



Агробиотехнологии и цифровое земледелие



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1 2022 год



DOI 10.12737/-2022-1-1

ISSN 2782-490X



АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

AGROBIOTECHNOLOGIES AND DIGITAL FARMING

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 1



Казань, 2022

Агробиотехнологии и цифровое земледелие

научный журнал

Институт агробиотехнологий и землепользования

Казанского государственного аграрного университета



№ 1
2022 г.

Учредитель –

**Казанский
государственный
аграрный
университет**



Учрежден Казанским государственным аграрным университетом, в 2022 г.

Адрес издателя и редакции:
420015, г. Казань
ул. К. Маркса, 65
тел. (843) 567-46-19

сайт:
www.agrobiotech.kazgau.ru

e-mail:
agrobiotech@kazgau.com

Зарегистрирован
Федеральной службой по
надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор) -
свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-82684
от 18 января 2022 г.

Журнал включен
в Российский индекс
научного цитирования
(РИНЦ)

Научные специальности:
1.5. Биологические науки
4.1. Агрономия, лесное и водное
хозяйство
4.2. Зоотехния и ветеринария

Публикуется
4 раза в год

За достоверность информации
в опубликованных материалах
ответственность несут
авторы публикаций

16+

Главный редактор:

Валиев А.Р. – доктор технических наук, доцент, ректор, Казанский государственный аграрный университет

Заместители главного редактора:

Зиганшин Б.Г. – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, первый проректор – проректор по научной работе и цифровой трансформации, Казанский государственный аграрный университет

Сержанов И.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Институт агробиотехнологий и землепользования, Казанский государственный аграрный университет

Шайдуллин Р.Р. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Казанский государственный аграрный университет

Члены редакционной коллегии:

Амиров М.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет

Ахметов Т.М. – доктор биологических наук, профессор, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана

Валидов Ш.З. – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, ФИЦ КазНЦ РАН

Васильев М.Н. – доктор ветеринарных наук, доцент, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана

Гилязов М.Ю. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет

Захаров В.Г. – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал Самарского научного центра РАН

Кузьминых А.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Марийский государственный университет

Низамов Р.М. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН

Новоселов С.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Марийский государственный университет

Осипов Г.Е. – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН

Панасюк М.В. – доктор географических наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет

Пономарева М.Л. – доктор биологических наук, профессор, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН

Сафин Р.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корр. АН РТ, Казанский государственный аграрный университет

Члены редакционного совета:

Абуова А.Б. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности (Казахстан)

Асатурова А.М. – кандидат биологических наук, директор, Федеральный научный центр биологической защиты растений (Россия)

Барамова Ш.А. – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Казахский научно-исследовательский институт ветеринарных наук (Казахстан)

Голохваст К.С. – доктор биологических наук, профессор, член-корр. РАО, профессор РАН, директор, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (Россия)

Исайчев В.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор, Ульяновский государственный аграрный университет (Россия)

Каракозов С.Д. – доктор химических наук, академик РАН, генеральный директор ЗАО «Щёлково Агрохим», Вице-президент Российского союза производителей химических средств защиты растений (Россия)

Кучинский М.П. – доктор ветеринарных наук, доцент, заместитель директора по научной работе и инновациям, НПЦ НАН Белоруссии по животноводству, Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселского (Белоруссия)

Марзанов Н.С. – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста (Россия)

Мумиджанов Х.А. – доктор биологических наук, профессор, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), Субрегиональное отделение ФАО для Центральной Азии, Анкара, Турция (Турция, Таджикистан)

Партоев К. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан (Таджикистан)

Персикова Т.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (Белоруссия)

Рамазанов Р.Р. – генеральный директор ООО «Биооватик» (Россия)

Сальников Э. – доктор биологических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский института почвоведения (Сербия)

Селивановская С.Ю. – доктор биологических наук, профессор, директор, Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, ведущий научный сотрудник Учебно-научная лаборатория «Центр агро- и экобиотехнологий» (Россия)

Тайлан Аксу – доктор наук, профессор, Университет Ван (Турция)

Труфляк Е.В. – доктор технических наук, профессор, руководитель Центра прогнозирования и мониторинга научно-технологического развития АПК Кубанского государственного аграрного университета (Россия)

Фенг Чен – кандидат наук, профессор, Хэнаньский сельскохозяйственный университет, директор Китайского совместного исследовательского центра пшеницы и кукурузы (СММУТ) (Китай)

Хисматуллин М.М. – доктор сельскохозяйственных наук, руководитель Управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Республике Татарстан (Россия)

Чекмарев П.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель Комитета по развитию агропромышленного комплекса Торгово-промышленной палаты РФ (Россия)



№ 1
2022 г.

Agrobiotechnologies and digital farming

scientific journal

Institute of Agrobiotechnology and Land Management
Kazan State Agrarian University

Chief Editor:

Valiev A.R. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Rector, Kazan State Agrarian University

Deputies of Chief Editor:

Ziganshin B.G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, First Vice-Rector – Vice-Rector in Science and Digital Transformation, Kazan State Agrarian University
Serzhanov I.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director, Institute of Agrobiotechnologies and Land Management, Kazan State Agrarian University

Shaidullin R.R. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kazan State Agrarian University

Members of the editorial Committee:

Amirov M.F. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University
Akhmetov T.M. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman

Validov Sh.Z. – PhD in biology, Senior Researcher, Kazan Scientific Center of Russian Academy of Science

Vasilyev M.N. – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman

Gilyazov M.Yu. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University

Zakharov V.G. – Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture - branch of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Kuzminykh A.N. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Mari State University

Nizamov R.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director, Tatar Research Institute of Agriculture

Novoselov S.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Mari State University

Osipov G.E. – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Tatar Research Institute of Agriculture

Panasnyuk M.V. – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Kazan Federal University

Ponomareva M.L. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Tatar Research Institute of Agriculture

Safin R.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member. Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan State Agrarian University

Members of the editorial board:

Abuova A.B. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chief Researcher, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Kazakhstan)

Asaturova A.M. – Candidate of Biological Sciences, Director, Federal Scientific Center for Biological Plant Protection (Russia)

Baramova Sh.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, Kazakh Research Veterinary Institute (Kazakhstan)

Golokhvast K.S. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member. Russian Academy of Education, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director, Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Russia)

Isaichev V.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Rector, Ulyanovsk State Agrarian University (Russia)

Karakotov S.D. – Doctor of Chemical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, General Director of CJSC Shchelkovo Agrokhim, Vice President of the Russian Union of Producers of Chemical Plant Protection Products (Russia)

Kuchinsky M.P. – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Research and Innovation, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Institute of Experimental Veterinary Medicine. named after S.N. Vyshelsky (Belarus)

Marzanov N.S. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, Federal Scientific Center for Animal Husbandry - named after Academician L.K. Ernst (Russia)

Mumidzhanov Kh.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Subregional Office for Central Asia (Turkey, Tajikistan)

Partoev K. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Botany, Physiology and Plant Genetics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan (Tajikistan)

Persikova T.F. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Belarusian State Agrarian Academy (Belarus)

Ramazanov R.R. – General Director of Bionovatik LLC (Russia)

Salnikov E. – Doctor of Biological Sciences, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Research Institute of Soil Science (Serbia)

Selivanovskaya S.Yu. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Director, Institute of Ecology and Nature Management, Kazan Federal University, Leading Researcher Educational and Scientific Laboratory "Center for Agro - and Ecobiotechnologies" (Russia)

Taylan Aksu – Doctor of Sciences, Professor, Van University (Turkey)

Truflyak E.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Center for Forecasting and Monitoring of Scientific and Technological Development of the Agroindustrial Complex of the Kuban State Agrarian University (Russia)

Feng Chen – PhD, professor, Henan Agricultural University, Director of China Joint Research Center for Wheat and Maize (CIMMYT) (China)

Khismatullin M.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Land Reclamation and Agricultural Water Supply in the Republic of Tatarstan (Russia)

Chekmarev P.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Committee for the Development of the Agro-Industrial Complex of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation (Russia)

Founder -

Kazan
State Agrarian
University



Established by Kazan State
Agrarian University, in 2022

Publisher and editorial address:
420015, Kazan
K. Marks st., 65
tel. (843) 567 - 46 - 19

сайт:
www.agrobiotech.kazgau.ru

e-mail:
agrobiotech@kazgau.com

Registered by
Federal Service for Supervision of
Communications, Information
Technology and Mass Media
registration certificate:
PI No. FS77-82684
January 18, 2022

The journal is included
to Russian Science
Citation Index
(RSCI)

Scientific specialties:
1.5. Biological Sciences
4.1. Agronomy, forestry and water
management
4.2. Zootechnics and veterinary
medicine

Published
4 times a year

Authors of publications are
responsible
for the accuracy of infor-
mation
in published materials

АГРОНОМИЯ

стр.

А.Г. Абрамов, Г.В. Абрамова, К.О. Якимова Особенности размножения вишни Антипка в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	7
Д.С. Афанасьева, А.А. Абрамова, П.А. Дмитриева, Д.Р. Сафина, Е.Н. Чупина, А.И. Ярмиева, Р.И. Сафин Оценка различных сортов ячменя по эндофитной микрофлоре семян	12
М.Ю. Михайлова Приемы и тенденции возделывания кукурузы на кормовые цели в регионах Российской Федерации	18
Р.И. Сафин, И.Х. Вафин, А.А. Абрамова Особенности влияния различных систем обработки почвы на ее агрофизические свойства и биологическую активность в Предкамье Республики Татарстан.....	22
Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Р.И. Гараев, А.Р. Хамитова, П.Г. Семенов Продуктивность яровых колосовых культур при применении биопрепаратов на основе - <i>Bacillus Subtilis</i> в условиях Республики Татарстан.....	28
С.Р. Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин Исследование биологической эффективности регуляторов роста Цитодеф-100 и Гибберелон, ВРП на посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан	35

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Р.Р. Шайдуллин, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, А.Б. Москвичева, Г.Х. Халилова Вариабельность молочной продуктивности холмогорских и черно-пестрых коров с различным генотипом пролактина	40
---	----

CONTENTS

AGRONOMY

	Pages
A.G. Abramov, G.V. Abramova, K.O. Yakimova Peculiarities of reproduction of the antipka cherry under the conditions of the Ancient Kamie of the Republic of Tatarstan	7
D.S. Afanaseva, A.A. Abramova, P.A. Dmitrieva, D.R. Safina, E.N. Chupina, A.I. Yarmieva, R.I. Safin Evaluation of various varieties of barley on endophytic microflora of seeds	12
M.Yu. Mikhailova Techniques and trends of corn cultivation for fodder purposes in the regions of the Russian Federation	18
R.I. Safin, I.Kh Vafin, A.A. Abramova Features of the influence of different soil treatment systems on its agrophysical properties and biological activity in the Pre-Kamaregion of Tatarstan	22
F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, R.I. Garaev, A.R. Khamitova, P.G. Semenov Productivity of spring ear crops at application of <i>Bacillus Subtilis</i> - based bioproducts in the conditions of the Republic of Tatarstan	28
S.R. Suleymanov, F.N. Safiollin Research of biological efficiency growth regulators Cytodef-100 and Giberelon, GRP on sunflower crops in soil and climatic conditions of the Republic Tatarstan	35

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

R.R. Shaidullin, L.R. Zagidullin, T.M. Akhmetov, A.B. Moskvicheva, G.H. Khalilova Variability of the milk productivity of kholmogory and black mottle cows with different prolactin genotype	40
---	----



Валиев Айрат Расимович
Ректор Казанского государственного
аграрного университета

Уважаемые читатели!

От себя лично и всего коллектива Казанского государственного аграрного университета поздравляю с выпуском первого номера нового журнала «Агробиотехнологии и цифровое земледелие».

Получение качественной сельскохозяйственной продукции - процесс сложный и трудоемкий, но необходимый и востребованный в современной российской действительности. Перед российской аграрной наукой поставлены государственные задачи по улучшению продовольственной ситуации в стране, увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных, получению отечественного селекционного и племенного материала и их приумножению. И сегодня мы имеем многочисленные положительные результаты: повышение качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и продукции, импортозамещение по продуктам питания, использование отечественных эффективных агробиотехнологий.

В юбилейный год нашего университета вышел в свет новый научный журнал «Агробиотехнологии и цифровое земледелие». Журнал специализированный, тем не менее, рассматриваемые в нем проблемы, касаются агропромышленного комплекса в целом и каждого сельскохозяйственного предприятия отдельно. Журнал показывает научный подход в традиционном сельском хозяйстве, а также на стыке современного аграрного производства и биотехнологии. Уверен, именно таких форматов ждут современные ученые и специалисты-аграрии, которые неравнодушны к сельскому хозяйству, любят свою профессию и сохраняют наши лучшие традиции. Издание выполняет важную научную просветительскую миссию, раскрывая на своих страницах вопросы сельскохозяйственной биологии, агрономии, животноводства, ветеринарии, биотехнологии, цифровизации агропромышленного комплекса. Все это составляет мозаику хозяйственного просвещения научного сообщества, а также всех тех, кто имеет отношение к агропромышленному комплексу.

Журнал имеет в своем редакционном составе видных ученых, крупных производителей, что будет служить гарантом высокого уровня и качества подготовки материалов издания. Редакторский коллектив будет стремиться к профессиональной работе и сформирует вокруг журнала хорошее авторское сообщество.

Уважаемые коллеги, еще раз примите мои поздравления с выходом первого выпуска журнала! Благодаря вам интерес к сельскохозяйственному производству нашей страны будет только возрастать. Удачи нам всем на этом достойном и благородном пути!

*Ректор Казанского государственного аграрного университета,
доктор технических наук*

Валиев Айрат Расимович

ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ВИШНИ АНТИПКА В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**А.Г. Абрамов, Г.В. Абрамова, К.О. Якимова**

Реферат. Широкое распространение вишни и черешни получили за раннее созревание и высокое качество плодов, обладающих целебными и тонизирующими свойствами. Основной подвой черешни и вишни – вишня антипка, или черёмуха антипка, или Магалебская вишня (*Prunus mahaleb*), подрода вишня (*Cerasus*), рода слива (*Prunus*) семейства розовые (*Rosaceae*). Исследования проводили с целью оценки приемов выращивания подвоя вишни антипка, с выделением оптимальных сроков зеленого черенкования и подбора перспективных регуляторов роста, для выращивания саженцев вишни и черешни в условиях Предкамья Республики Татарстан. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: срок посадки (фактор А) – 16 июня (первый срок), 27 июня (второй срок); применение регуляторов роста (фактор Б) – вода (без обработки, контроль), циркон, 0,1 мл/л, корневин, 1 г/л. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса в пахотном слое почвы 2,7 %, подвижных форм фосфора – 250 мг/100 г, подвижных форм калия – 340 мг/кг почвы, pH – 6,0. Оптимальным сроком для зеленого черенкования вишни антипка следует считать вторую декаду июня. Дополнительное улучшение технологии производства саженцев обеспечивает обработка зеленых черенков корневином. При его использовании укореняемость возрастает, по сравнению с контролем, на 46 %, суммарная длина корней первого порядка увеличивается на 80,2 %. Одновременно период нарастания каллуса на черенках сокращается до 14 дней, продолжительность нарастания корней первого порядка – до 18 дней, высота надземной части саженцев увеличивается до 21,1 см.

Ключевые слова: вишня, антипка, сроки, черенкование, стимуляторы роста, зеленые черенки, подвой.

Введение. Вишня – популярная косточковая культура. Широкое признание и распространение она получила благодаря высокой скороплодности, урожайности и зимостойкости. Культура особенно ценится за раннее созревание и высокое качество плодов, обладающих целебными и тонизирующими свойствами, пригодными для потребления как в свежем виде, так и для переработки. В НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко созданы новые сорта (Селивёрстовская, Шадринская) и перспективные гибриды (церападусы ВЧ 89-95-48, ВЧ 89-95-53 и др.), превосходящие ранее созданные по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Их ускоренное размножение, в том числе способом зелёного черенкования, очень актуально. Однако в сравнении с другими культурами, большинство новых ценных сортов и отдалённых гибридов вишни степной плохо формируют корневую систему на стеблевых черенках. Исследования показали, что главной проблемой остаётся низкая окореняемость и слабое развитие корневой системы [14].

Исследователи, изучающие факторы, влияющие на регенерацию корней у черенков плодовых и ягодных культур, отмечают, что к числу наиболее важных из них относятся срок черенкования и использование регуляторов роста на маточных растениях и зелёных черенках [12, 13].

Антипка – один из универсальных подвоев вишни, поскольку совместим практически со всеми сортами [6]. Большой его плюс заключается в отсутствии поросли. Именно от подвоя зависит дальнейшая жизнедеятельность дерева, поскольку он в значительной степени определяет долговечность и якорность корневой системы деревьев [10].

Антипка (*Cerasus mahaleb*) – среднерослый

подвой, менее рослый, чем сеянцы дикой и культурной черешни [5]. Совместимость с сортами черешни неполная. Часть из них имеет несовместимость замедленного типа, которая проявляется в саду в усыхании молодых деревьев, особенно на плотных почвах. Хорошо совместимы с антипкой сорта Дрогана желтая, Франц Иосиф, Выставочная, Крупноплодная. Большинство сортов вишни хорошо совместимы с антипкой, исключение составят только сорт Любская.

Дерева черешни и вишни на антипке скороплодны, вступают в плодоношение на 4...5 год после посадки, быстро наращивают урожай. Продуктивность их в возрасте до 15 лет в 2...3 раза выше, чем на сеянцах черешни [4].

Черешня и вишня на антипке хорошо растут на песчаных и супесчаных почвах. Этот вид лучше других подвоев переносит карбонатные щебенистые почвы. Его корни очень требовательны к аэрации, плохо переносят плотные, переувлажненные почвы и засоление. Подвой очень засухоустойчив и морозостоек (-16 °С). В питомнике сеянцы быстро растут, имеют разветвленную корневую систему, хорошо подходят к окулировке [3].

Клоновые, вегетативно размножаемые подвои имеют целый ряд преимуществ, по сравнению с семенными, что обоснованно привело к их широкому распространению не только в крупных промышленных, но и в фермерских и личных хозяйствах [2].

Генетическая однородность подвойного материала, устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, почти полное отсутствие корневой поросли и высокая продуктивность привитых сортов – выгодно отличают клоновые подвои от сеянцевых [15]. Авторами было доказано, что наиболее эффективный

Таблица 1 – Укореняемость зеленых черенков вишни антипка в зависимости от срока черенкования и обработки стимуляторами корнеобразования (2020–2021 гг.), %

Вариант	Дата посадки		Средняя
	16.06	27.06	
Контроль	39,0	28,0	33,5
Циркон, 0,1 мл/л	68,0	47,0	57,5
Корневин, 1 г/л	85,0	60,0	72,5
НСР05А	3,24	1,55	2,32
НСР05В	0,66	0,58	0,78
НСР05АВ	5,33	5,13	5,24

способ размножения – зеленое черенкование, с применением регуляторов роста позволяющие выращивать на единице площади большее число саженцев высокого качества [1, 8, 9].

Цель исследований – оценить приемы выращивания подвоя вишни антипка с выделением оптимальных сроков зеленого черенкования и подбором перспективных регуляторов роста в условиях Предкамья Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в Учебном саду Казанского ГАУ Республики Татарстан в 2021–2022 гг. Погодные условия в период исследований существенно отличались от среднесезонных [11]. Так, весенне-летний период 2022 г. характеризовался повышенным температурным режимом и низкой суммой осадков. Объект исследований – зеленые черенки антипки.

Почва опытного участка типична для Предкамья зоны Республики Татарстан, дерново-подзолистая легкосуглинистая. Содержание гумуса в пахотном слое почвы 2,7 %, подвижных форм фосфора – 250 мг/100 г, подвижных форм калия – 340 мг/кг почвы, рН – 6,0.

Зелёное черенкование проводили по рекомендациям, разработанным в НИИСС, в малогабаритной плёночной теплице. Заготовку черенков осуществляли в период интенсивного роста побегов [6, 13].

Базальную часть зеленых черенков вишни антипка, замачивали в растворах циркона и корневина в течение 12 ч, высаживали в малогабаритную плёночную теплицу на укоренение в трехкратной повторности в два срока. Схема двухфакторного эксперимента предусматривала изучение следующих вариантов: срок посадки (фактор А) – 16 июня (первый срок), 27 июня (второй срок); применение регуляторов роста – вода (без обработки, контроль), циркон, 0,1 мл/л, корневин, 1 г/л.

Биостимулятор корнеобразования корневин (индолилмасляная кислота в концентрации 5 г/кг) предназначен для улучшения

корнеобразования, повышения приживаемости и роста черенков. Циркон – препарат на основе эхинацеи пурпурной (действующее вещество гидроксикоричные кислоты), который выполняет функцию регулятора роста, иммуномодулятора и антистрессового адаптогена.

Результаты и обсуждение. Применение регуляторов роста важнейший элемент в технологии зеленого черенкования, они повышают выход укорененных черенков с единицы площади, улучшают и ускоряют развитие растений (табл. 1). В наших исследованиях укоренение зеленых черенков вишни антипка при первом сроке посадки (16.06) в контроле составляло 39,0 %. Обработка корневином повышала его на 46,0 % (до 85,0 %). При использовании циркона укореняемость составила 68,0 %, что на 32 % выше, чем в контроле, но на 17 % ниже, по сравнению с использованием корневина.

Посадка во второй срок (27.06) привела к уменьшению укореняемости черенков, в сравнении с первым, на 11,0 % в контроле и на 21,0 и 25,0 % при обработке черенков цирконом и корневином соответственно. Обработка зеленых черенков цирконом повышала ее на 19,0 % (до 47,0 %). При использовании корневина, укореняемость черенков была самой высокой и составила 60,0 %.

Регуляторы роста и физиологическое состояние зеленых черенков оказывают существенное влияние, как на продолжительность нарастания каллуса и скелетных корней у укоренившихся зеленых черенков [9, 10].

При первом сроке укоренения выявлено большее влияние регуляторов роста на нарастание каллуса у черенков вишни. Обработка корневином сократила период его образования, в сравнении с контролем, на 13 дней, а нарастание корней 1-го порядка происходило на 15 дней раньше, чем в контроле, и на 4 дня раньше, по сравнению с обработкой цирконом.

При втором сроке обработки зеленых черенков увеличивался, как период образования каллусной ткани, так и нарастания корней

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на корнеобразование зеленых черенков вишни антипка (2020–2021 гг.), дней

Вариант	Дата посадки			
	16.06		27.06	
	нарастание каллуса	нарастание корней 1-го порядка	нарастание каллуса	нарастание корней 1-го порядка
Контроль	27	33	35	41
Циркон, 0,1 мл/л	18	22	26	28
Корневин, 1 г/л	14	18	24	26

Таблица 3 – Влияние сроков черенкования на рост и развитие укоренившихся зеленых черенков вишни антипка (2020–2021 гг.)

Вариант	Дата посадки			
	16.06		27.06	
	число корней на один побег, шт.	суммарная длина корней первого порядка, см	число корней на один побег, шт.	суммарная длина корней первого порядка, см
Контроль	3,1	13,1	2,7	10,7
Циркон, 0,1 мл/л	4,2	22,4	3,2	12,5
Корневин, 1 г/л	4,8	23,6	3,7	13,7
НСР05А	1,83	5,87	1,83	5,87
НСР05В	1,04	8,14	1,04	8,14
НСР05АВ	1,14	8,75	1,14	8,75

Таблица 4 – Влияние стимуляторов корнеобразования на развитие надземной части укоренившихся зеленых черенков вишни антипка (2020–2021 гг.)

Вариант	Высота, см		Диаметр штамба, мм	
	16.06	27.06	16.06	27.06
Контроль	16,3	9,1	3,1	2,6
Циркон, 0,1 мл/л	19,1	13,6	3,5	3,2
Корневин, 1 г/л	21,1	14,7	3,9	3,4
НСР05А	4,91	5,24	1,1	1,04
НСР05В	0,06	0,16	1,08	0,04
НСР05АВ	1,16	1,11	0,031	0,73

первого порядка. Обработка цирконом и корневином увеличила период нарастание каллуса на 8 и 10 дней, а образование корней первого порядка на 10 и 8 дней соответственно.

Применяя стимуляторы корнеобразования, можно ускорить формирование корней у зеленых черенков, а также процессы их роста и развития. Это происходит из-за более раннего появления корней, благодаря чему такие черенки лучше насыщаются необходимыми питательными веществами [12, 13].

Наибольшее число корней и нарастание их суммарной длины отмечали при первом сроке посадки зеленых черенков вишни (табл. 3). Обработка черенков цирконом повышала количество корней на 35 %, корневином – на 54,0 %. Аналогичную тенденцию отмечали по суммарной длине корней первого порядка, которая увеличивалась на 70,0 % и 80,0 % соответственно.

Обработка зеленых черенков регуляторами роста оказывает значительное влияние на рост и развитие надземной части укоренившихся черенков (табл. 4). При первом сроке укоренения высота надземной части саженцев в варианте с корневином увеличивалась, в сравнение с кон-

тролем, на 29,0 %, с цирконом – на 17,0 %. При втором сроке посадки высота саженце была меньше, чем при первом 5,5...7,2 см.

Диаметр штамба черенков в варианте с обработкой цирконом при первом сроке посадки был больше, чем в контроле, на 12,9 %. Обработка корневином, повышала величину этого показателя, по сравнению с контролем, на 25,8 %, с обработкой цирконом – на 11,4 %. Высадка во второй срок уменьшала нарастание диаметра штамба на 0,3...05 мм.

Выводы. Таким образом, в Предкамье Республики Татарстан оптимальным сроком для зеленого черенкования вишни антипка следует считать вторую декаду июня. Дополнительное улучшение технологии производства саженце обеспечивает обработка зеленых черенков корневином. При его использовании укореняемость возрастает, по сравнению с контролем, на 46 %, суммарная длина корней первого порядка увеличивается на 80,2 %. Одновременно период нарастания каллуса на черенках сокращается до 14 дней, продолжительность нарастания корней первого порядка – до 18 дней, высота надземной части саженцев увеличивается до 21,1 см.

Литература

1. Сортовые особенности жимолости при производстве саженцев зеленым черенкованием в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г.В. Абрамова, А.А. Шаламова, А.Г. Абрамов и др. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. С. 614-618.
2. Аладина О.Н. Оптимизация технологии зелёного черенкования садовых растений. Известия ТСХА. 2013. Вып. 4. С. 5-22.
3. Влияние ауксинов и наночастиц биогенного ферригидрита на окоренение и корнеобразование зеленых черенков вишни степной / В.Л. Бопп, Ю.Л. Гуревич, Н.А. Мистратова и др. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2018. № 5. С. 72-76.
4. Верзилин А.В. Новые сорто-подвойные комбинации // Современное садоводство. 2016. № 4. С. 19-24.
5. Еремин Г.В., Чепинога И.С., Сафаров Р.М. Биологические особенности размножения одревесневши-

ми черенками форм антипки в связи с использованием их в качестве клонового подвоя для черешни и вишни // Плодоводство и ягодоводство России. Крымск, 2017. С. 116-120.

6. Жолобова З.П., Курочка П.С., Шелегина Г.П. Технология размножения жимолости. Рекомендации. Новосибирск: Сиб. отд-ние НИИСС, 1988. 42 с.

7. Иваненко Е.Н., Дроник А.А. Реализация биологического потенциала сорта вишни Тургеневка в условиях резко континентального климата Астраханской области. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2(54). С. 103-108.

8. Исмаил Ш., Шаламова А.А., Абрамов А.Г. Влияние калиевой соли и дол-3-уксусной кислоты на укореняемость одревесневших черенков винограда. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 1(57). С. 5-9

9. Исмаил Ш., Шаламова А.А., Абрамов А.Г. Влияние салициловой кислоты на регенерационные свойства черенков винограда в условиях защищённого грунта // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 48-51

10. Кишак Е.А. Перспективный семенной подвой для черешни // Садоводство и виноградарство. 2013. № 4. С. 23-27.

11. Мониторинг и приемы повышения плодородия почв Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Р.М. Низамов, Ф.Н. Сафиолин и др. // Плодородие. 2020. № 3 (14). С. 23-26.

12. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж.К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2020. Т.15. №4 (60). С. 5-9.

13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

14. Шкатова Л.А. Повышение выхода саженцев вишни в питомнике. – Садоводство и виноградарство. 2010. №5. С. 36-40.

15. Gornik K., Grzesik M., Romanowska Duda B. The effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress // J. Fruit ornamental Plant Res. 2008. Vol. 16. P. 333-343.

Сведения об авторах:

Абрамов Александр Геннадьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: gal4959@yandex.ru

Абрамова Галина Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: gal4959@yandex.ru

Якимова Ксения Олеговна – студентка группы Б181-03 института агробиотехнологий и землепользования, e-mail: ksenya.yakimova.00@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

PECULIARITIES OF REPRODUCTION OF THE ANTIPKA CHERRY UNDER THE CONDITIONS OF THE ANCIENT KAMIE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

A.G. Abramov, G.V. Abramova, K.O. Yakimova

Abstract. Cherries and sweet cherries are widely used for their early ripening and high quality of fruits with healing and tonic properties. Berries have long been used in folk medicine and are a dietary product. The main rootstock of cherries and cherries is antipka cherry or antipka bird cherry or Magaleb cherry (*Prunus mahaleb*) - a species, subgenus Cherry (*Cerasus*), of the *Prunus* genus of the Pink family (*Rosaceae*). The main task in the cultivation of cherries and sweet cherries is the competent selection of rootstocks. The species is resistant to adverse growing conditions, drought-resistant, frost-resistant, shade-tolerant and resistant to air pollution. Grafted varieties grow well and bear fruit in arid conditions, on slightly alkaline soils. Antipka tolerates weakly alkaline calcareous, gravel soils better than other rootstocks. Antipka roots are very demanding on aeration, they do not tolerate dense, waterlogged soils and salinity. The rootstock is very drought-resistant and frost-resistant (-16° C). In the nursery, seedlings grow rapidly, have a branched root system, and are well suited for budding. Cherry and cherry trees grafted on antipka grow more slowly than those grafted on wild cherries. It is antipka that is one of the most versatile options for stocking cherries and sweet cherries, since it is compatible with almost all varieties. For the first time, an assessment was given of methods for growing antipka cherry rootstock, with the allocation of optimal terms for green cuttings and the selection of promising growth regulators for growing cherry and sweet cherry seedlings in the conditions of the Fore-Kama region of the Republic of Tatarstan. Experiment scheme: planting date (factor A) - June 16 (first term), June 27 (second term); the use of growth regulators (factor B) - water (without treatment, control), zircon, 0.1 ml / l, root, 1 g / l. In the variant with root rooting, the rooting rate increased to 85.0% in the first period of rooting. Treatment with root root increased the increase in the total length of the roots by 80.2%.

Key words: cherry, antipka, timing, cuttings, growth stimulants, green cuttings, rootstock.

References

1. Abramova G.V. Varietal characteristics of honeysuckle in the production of seedlings by green cuttings in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan / G.V. Abramova, A.A. Shalamova, A.G. Abramov and others - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2020. - P. 614-618.

2. Aladina O.N. Optimization of the technology of green cuttings of garden plants. - Izvestiya TSHA. - Issue. 4. - 2013. - S. 5-22.

3. Bopp V.L. Influence of auxins and biogenic ferrihydrite nanoparticles on rooting and root formation of green steppe cherry cuttings / Bopp V.L., Gurevich Yu.L., Mistratova N.A., Teremo M.I. - Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, 2018. - No. 5. - P. 72-76.

4. Verzilin A.V. New variety-rootstock combinations / Modern horticulture. - 2016. - No. 4. - S. 19-24.

5. Eremin G.V. Biological features of propagation by lignified cuttings of antipka forms in connection with their use as a clonal stock for sweet cherry and cherry / G.V. Eremin, I.S. Chepinoga, R.M. Safarov // Fruit growing and berry

growing in Russia. - Krymsk, 2017. - S. 116-120.

6. Zholobova Z.P., Kurochka P.S., Shelegina G.P. Honeysuckle breeding technology. Recommendations. Novosibirsk: Sib. Department of NIISS, 1988. - 42 p.

7. Ivanenko E.N. Realization of the biological potential of the Turgenevka cherry variety in the conditions of the sharply continental climate of the Astrakhan region / E.N. Ivanenko, A.A. Dronic. - Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2021. - No. 2 (54). - S. 103-108.

8. Ismail Sh. Influence of potassium salt of idol-3-acetic acid on the rooting of lignified grape cuttings / Sh. Shalamova, Abramov A.G. - Bulletin of the Kazan State Agrarian University, - 2020. - T. 15. - No. 1 (57). - pp. 5-9

9. Ismail Sh. Influence of salicylic acid on the regenerative properties of grape cuttings in protected ground conditions. - Sh. Ismail, A.A. Shalamova, Abramov A.G. - Bulletin of the Kazan State Agrarian University, - 2019. - T. 14. - No. S4-1 (55). - pp. 48-51

10. Kishchak E.A. Promising seed stock for sweet cherry // Horticulture and viticulture, 2013. - No. 4. - P. 23-27.

11. Monitoring and methods of improving soil fertility in the Republic of Tatarstan / S.R. Suleimanov, R.M. Nizamov, F.N. Safiolin and others // Fertility. - 2020. - No. 3 (14). - S. 23-26.

12. Techniques for increasing the effectiveness of the use of biological preparations in crop production / G.N. Agieva, L.S. Nizhegorodtsev, R.Zh.K. Diabankana and others. // Bulletin of the Kazan State Agrarian University, 2020. - V.15. - No. 4 (60). - P. 5-9.

13. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops / ed. ed. E.N. Sedova and T.P. Ogoltsova. - Eagle: VNIISPK, 1999. - 608 p.

14. Shkatova L.A. Increasing the yield of cherry seedlings in the nursery. - Horticulture and viticulture. - 2010. - No. 5. - S. 36-40.

15. Gornik K., Grzesik M., Romanowska Duda B. The effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress // J. Fruit ornamental Plant Res. - 2008. - Vol. 16. - P. 333-343.

Authors:

Abramov Alexander Gennadievich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Growing and Horticulture, e-mail: gal4959@yandex.ru

Abramova Galina Viktorovna - Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Plant Growing and Horticulture, e-mail: gal4959@yandex.ru

Yakimova Ksenia Olegovna - student of group B181-03 of the Institute of Agricultural Biotechnology and Land Management, e-mail: ksenya.yakimova.00@mail.ru FGBOU VO "Kazan State Agrarian University", Kazan, Russia.

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ПО ЭНДОФИТНОЙ МИКРОФЛОРЕ СЕМЯН

Д.С. Афанасьева, А.А. Абрамова, П.А. Дмитриева,
Д.Р. Сафина, Е.Н. Чупина, А.И. Ярмиева, Р.И. Сафин

Реферат. Эндофитные микроорганизмы, в том числе бактерии, относятся к числу наиболее перспективных биологических агентов для создания новых средств биологической защиты растений. Среди микроорганизмов этих групп особый интерес представляют эндофитные бактерии семян. В качестве объектов исследований выступали 30 сортов ярового ячменя отечественной и зарубежной селекции. Все сорта выращивались в одинаковых условиях. Целью исследований было изучение эндофитной микрофлоры семян различных генотипов (сортов) ярового ячменя. При этом проводили выделение бактерий из семян без размола (внешние эндوفиты) и с размолотом (внутренние эндوفиты). Оценивали общее количество выделенных бактерий в расчете на одно семя и на 1 г массы семян, а также определяли их активность в отношении фитопатогенных грибов рода *Fusarium*. Установлены различия между сортами ярового ячменя по количеству эндофитных бактерий, выделенных как с поверхности (пленок), так и непосредственно из семян. У ряда сортов (Эйфель, Аккордин, Сортаник, Лидар и Поволжский-49) эндофитных бактерий при размолотом семенного материала (внутренние эндوفиты) не наблюдали, тогда как из целых семян (внешние эндوفиты) их выделяли. В целом, из семян ярового ячменя различных сортов, было выделено 104 изолята, которые различались по морфологическим признакам колоний на питательных средах. При этом у 11 из 104 изолятов наблюдали активность в отношении подавления развития фитопатогенного гриба *Fusarium oxysporum*. Наиболее сильно этот эффект проявился у бактерии, выделенной из семян сорта ячменя Реванш немецкой селекции. Установленные сортовые отличия между генотипами ярового ячменя по численности эндофитных микроорганизмов с учетом их тесной связи с растением-хозяином могут быть использованы как при селекционной оценке различных генотипов культуры, так и при выделении перспективных биоагентов для создания новых биопрепаратов.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорта, семена, эндофитные микроорганизмы, эндофитные бактерии.

Введение. Среди потенциальных биологических агентов с целью создания эффективных биопрепаратов для защиты растений особое внимание привлекают эндофитные микроорганизмы – бактерии [1, 2] и микромицеты [3]. По современной классификации под эндофитными понимаются бактерии, которые выделяются из поверхности стерилизованного тканей растений и не вызывают заметного ущерба растению-хозяину [4]. Микроорганизмы используют эндосферу растений как уникальную экологическую нишу, которая обеспечивает, наряду с постоянным поступлением питательных веществ, достаточно эффективную защиту от воздействия внешних экологических факторов. При этом ряд эндофитных бактерий часть своего цикла развития проходят не только в растениях, но и в почве [5].

Эндофитные бактерии изолировали как из подземных, так и из надземных частей растений [6]. Они заселяют корни, стебли, листья, семена, плоды, вегетативные органы размножения (клубни), яйцеклетки, клубеньки, но наибольшее число таких микроорганизмов отмирает в корневой системе [7].

При изучении эндофитных бактерий особое внимание уделяют вопросам их проникновения и последующего распространения в растительном организме. Часть из них (наиболее многочисленная), может рассматриваться как одна из специализированных групп ризосферных бактерий, которые могут проникать в растения через корневую систему и развиваться в ней. При этом происходят процессы распознавания эндофитными микроорганизмами спе-

цифических веществ, выделяемых корневыми системами хозяина, а также взаимодействие между растением и эндофитом на генетическом уровне (в отличие от ризосферных бактерий) [8].

Роль эндофитных бактерий в жизни растений достаточно многогранна. В частности, они могут приносить пользу своему хозяину как напрямую (улучшая усвоение питательных веществ из почвы; синтезируя и стимулируя образования фитогормонов роста, различных антистрессовых веществ и др.), так и косвенно (обеспечивая защиту от вредителей и патогенов, а также образуя вещества для воздействия на растения-конкуренты). Для того чтобы растения в свою очередь обеспечивали эндофитов необходимыми ресурсами в условиях сильной конкуренции в этой экологической нише (эндосфере) у бактерий должен иметься набор признаков колонизации, на эффективность которой влияют различные факторы, связанные с самими бактериями, особенностями растения-хозяина и окружающей средой [9].

Изучение бактериальных эндофитов семян имеет важное как практическое, так и теоретическое значение. Известно, что некоторые из этих бактерий передаются вертикально от родителей к потомству, то есть играют роль дополнительного набора генов для своего хозяина при семенном размножении [10]. В ряде исследований показана высокая перспективность эндофитов семян в качестве основы при создании биопрепаратов для растениеводства [11, 12]. Однако сравнительно мало информации об их экологическом значении для растений [13]. Показана высокая значимость бакте-

риальных эндофитов семян при освоении растениями новых территорий с засушливыми условиями [14, 15]. Значительно большее количество исследований продемонстрировали важную роль эндофитов семян в защите растений от фитопатогенов [16,17]. Так, бактерии *Bacillus* spp. продуцируют противогрибковые липопептиды, включая итурины, фенгицины, сурфактины и бацилломицин [18,19]. Однако наиболее сильное влияние эндофиты оказывают на рост и адаптивную способность растений, начиная от прорастания семян и заканчивая формированием проростков, причем такое эффект сохраняется и на более поздних стадиях. Установлено, что они ускоряют процессы прорастания [20] и роста растений путем производства ауксина, этилена, мобилизации различных питательных веществ (N, P, K и др.) и синтеза сидерофоров [21]. Эндофитные бактерии этого типа воздействуют на жизнеспособность семян, их всхожесть и выживаемость проростков [22]. В целом, семенные эндофитные бактерии обладают большим агропромышленным потенциалом, поскольку отличаются от других микробных агентов устойчивостью, конкурентоспособностью, эффективностью и вертикальной передачей [22]. Вместе с тем, в литературе мало материалов по оценке влияния сортовых особенностей культурных растений на развитие эндофитных бактерий семян.

В связи с изложенным, цель исследований – изучение особенностей заселения семян различных сортов ярового ячменя, выращиваемых в одинаковых экологических условиях, эндофитными бактериями.

Условия, материалы и методы. Для проведения исследований использовали семена, включенных в Государственный реестр (районированных) и перспективных сортов ярового ячменя, полученные из Арского сортоучастка филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по РТ в 2021 г. (сильно-засушливый вегетационный период). Исследования проводили на следующих сортах отечественной и зарубежной селекции: российские – Нургуш, ЯИК (ФГБНУ «Челябинский НИИСХ»), Рафаэль, Финист (ФИЦ «Немчиновка»), Орда, Памяти Чепелева (Уральский НИИСХ - филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), Пересвет (ФГБНУ «Пензенский НИИСХ»), Соратник (Кургансемена), Лидар (Агрокомпания Л И З), Камашевский, Тевкеч, Гузель, Эндан, Раушан (ФИЦ Казанский НЦ РАН), Поволжский – 49 (ФИЦ Самарский НЦ РАН); белорусские – Корнет, Колдун; немецкие – Фортуна, Эллино, Абба, Калькюль, Норд 17/2645, Маргарет, Норд 17/2610, Файерфокс, Реванш; французские – Травелер, Эйфель; датские – Лаурика.

Отбор семян проводили согласно соответствующим нормативным требованиям. Почва сортоучастков – светло-серая лесная, среднесуглинистая. Содержание гумуса – 2,6 %, рН – 5,9, P₂O₅ – 320 мг/кг, K₂O – 260 мг/кг. Агротехнология возделывания ярового ячменя бы-

ла общепринятая для зоны Предкамья Республики Татарстан. Вегетационный период 2021 г. отличался острозасушливыми условиями.

Выделение эндофитных бактерий семян осуществляли по методике M. Simons et al. В каждом варианте отбирал по 100 семян, которые помещали в стерильную колбу, в течение 5 минут проводили стерилизацию 50 мл 70 %-ного этанола. Последующую стерилизацию осуществляли 4 %-ным гипохлоритом натрия (NaClO) с 0,5 мл додецил сульфата натрия (ДСН) и 38 мл дистиллированной воды в течение 15 мин. при комнатной температуре. После этого семена промывали не менее 6 раз 100 мл стерильной дистиллированной водой комнатной температуры до исчезновения запаха. Далее шпателем раскладывали семена на поверхности чашек Петри со средой LB и инкубировали при 28 °С. Через 2 суток определяли морфологическое разнообразие колоний микроорганизмов и количество колоний. Число КОЭ рассчитывали на 1 семя и на 1 г семян.

С учетом пленчатости семян ярового ячменя выделение эндофитных бактерий проводили и с измельчением семян. При использовании измельчения, размол проводили в стерильных условиях – в стерильной ступке стерильным пестиком с добавлением буфера. После поверхностной стерилизации (в течение 10 мин) семена перемалывали для приготовления суспензии, которую готовили следующим образом: 1 г перемолотых семян помещали в стерильную пробирку и заливали 9 мл фосфатного буфера, затем тщательно перемешивали с использованием мешалки типа Вортекс. Далее делали 5 последовательных разведений суспензии в фосфатном буфере, из которых отбирали по 0,1 мл суспензии и высаживали на чашки Петри с питательной средой LB с содержанием флуконазола 100 мг/л. Посев на питательной среде инкубировали в течение 2 суток при t=28 °С, после чего определяли общее КОЕ микроорганизмов на каждой чашке, а также число КОЕ всех разновидностей микроорганизмов.

Для оценки наличия антагонизма к фитопатогенным грибам у выделенных изолятов использовали метод встречных культур. На чашках Петри с питательной средой Сабуро выращивали фитопатогенный гриб *Fusarium oxysporum*. Посев на среду проводили, помещая ровно по центру чашки. По краям, вокруг колонии гриба высевали выделенные изоляты. После этого чашки Петри инкубировали в течение 5 суток при t – 28 °С. Затем визуально определяли проявление у бактерий антагонизма к грибу по способности ограничивать его рост, а также путем измерения зоны подавления роста колонии.

Результаты и обсуждение. Результаты оценки численности эндофитных бактерий показали ее значительную вариабельность между сортами ярового ячменя, как при выделении из целых семян, так и после размола (табл. 1).

При анализе целых семян происходит вы-

АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Численность эндофитных бактерий из семян различных сортов ярового ячменя (2021 г.)

Сорт	Без размола (целые семена), КОЕ		С размолом семян (×108 КОЕ)	
	на 1 г семян	на 1 семя	на 1 г семян	на 1 семя
Нургуш	14	0,48	2,30	0,0793
Травелер	12	0,57	2,20	0,1048
Фортуна	22	1,22	2,30	0,1278
Рафаэль	13	0,54	2,20	0,0917
Финист	29	1,45	1,80	0,0900
Корнет	25	1,32	1,70	0,0895
Эллинор	8	0,38	0,004	0,0002
Абба	7	0,39	1,70	0,0944
Орда	125	5,95	0,003	0,0001
Памяти Чепелева	12	0,52	0,001	0,0000
Пересвет	8	0,35	0,005	0,0002
Эйфель	4	0,20	0	0
Аккордин	5	0,26	0	0
Соратник	14	0,70	0	0
Лидар	42	2,10	0	0
ЯИК	7	0,32	0,083	0,0038
Камашевский	6	0,29	0,870	0,0414
Тевкеч	5	0,20	0,016	0,0006
Калькюль	18	0,78	0,990	0,0430
Норд 17/2645	4	0,22	0,009	0,0005
Гузель	7	0,39	0,028	0,0016
Эндан	7	0,35	0,001	0,0001
Поволжский – 49	3	0,13	0	0
Раушан	19	0,90	0,001	0,00005
Лаурилка	9	0,39	0,001	0,00004
Маргарет	5	0,24	0,004	0,0002
Норд 17/2610	13	0,68	0,017	0,0009
Файерфокс	11	0,58	0,420	0,0221
Колдун	4	0,20	0,330	0,0165
Реванш	9	0,47	0,760	0,0400
Среднее	15,57	0,75	0,591	0,028
НСР 05	0,71	0,04	0,022	0,001

деление эндофитных бактерий, которые обитают только в пленках семян ячменя. Поэтому численность их небольшая. При размоле выделяются бактерии, не только обитающие под пленками, но и в оболочке, эндосперме и зародыше семян (внутренняя эндосфера).

Наибольшее количество (как на 1 семя, так и на 1 г массы) при выделении эндофитных бактерий из целых семян (без размола) отмечено у сортов Орда и Лидар, наименьшее – Колдун и Поволжская-49. При этом отмечали значительное варьирование величины этого показателя между сортами. Так, численность эндофитных бактерий в расчете на 1 семя у сорта Орда составляла 125 КОЭ/семя, а у сорта Поволжская-49 – 3 КОЭ/семя.

При рассмотрении численности эндофитных бактерий, выделенных после размола, можно отметить, что из семян сортов Эйфель, Аккордин, Соратник, Лидар и Поволжский-49 не было выделено ни одного изолята эндофитных бактерий. При сравнении результатов с показателями для этих же сортов, полученными при анализе целых семян, можно сделать вывод о том, что у названных генотипов эндофитные бактерии преимущественно развиваются в пленках, но практически не проникают

в эндосперм и зародыш. По всей видимости, более длительная стерилизация при использовании метода размола привела к гибели эндофитных бактерий пленок семян ячменя. Такой эффект может быть связан и с особенностями морфологии семян этих сортов, что требует дополнительного изучения. В целом, при выделении эндофитных бактерий при размоле семян наибольшие показатели были у сортов Нургуш, Травелер, Фортуна и Рафаэль.

С учетом изложенного, можно сделать вывод о том, что для выделения эндофитов из семян ячменя необходимо использовать оба метода – без размола и с размолом семян.

Для оценки разнообразия эндофитных бактерий проводили анализ их морфотипов (табл. 2). Общее количество морфотипов колоний эндофитных бактерий было достаточно небольшим, независимо от способа их выделения. Причем при выделении из целых семян (эндофиты из пленок) количество морфотипов колоний было большее, чем после размола. Так, в среднем при первом методе по всем сортам наблюдали 3,10 морфотипов на один сорт, при втором – 1,7. Следовательно, разнообразие морфотипов эндофитов пленок семян ячменя выше, чем оболочки, зародыша и эндосперма. Скорее всего это связано с тем, что

АГРОНОМИЯ

Таблица 2 – Число отличных по морфологическим признакам типов колоний эндофитных бактерий, выделенных из семян различных сортов ярового ячменя (2021 г.), шт.

Сорт	Число колоний, отличных по морфологическим признакам типов	
	без размола	с размолом
Нургуш	6	3
Травелер	3	4
Фортуна	3	3
Рафаэль	2	2
Финист	3	3
Корнет	3	3
Эллинор	3	1
Абба	2	2
Орда	3	1
Памяти Чепелева	2	1
Пересвет	2	2
Эйфель	3	0
Аккордин	1	0
Соратник	2	0
Лидар	5	0
ЯИК	3	3
Камашевский	3	1
Тевкеч	3	1
Калькюль	4	1
Норд 17/2645	3	3
Гузель	3	3
Эндан	4	1
Поволжский 49	2	0
Раушан	4	1
Лауриikka	5	1
Маргарет	3	2
Норд 17/2610	4	2
Файерфокс	3	1
Колдун	4	3
Реванш	2	3
В среднем	3,1	1,7

пленки семени контактируют с окружающей средой сильнее, тогда как внутреннее содержимое семян более изолировано.

В общей сложности из семян ярового ячменя различных сортов было выделено 104 изолята, которые различались по морфологическим признакам колоний. Чаще всего при размоле семян выделялись такие же колонии, что обнаруженные и в материале без размола. Однако у ряда сортов (Травелер, Корнет, Перестет, ЯИК, Раушан, Маргарет, Реванш) из размолотых семян, были выделены изоляты, которые не встречались в пленках (при использовании метода без размола). Скорее всего,

данные изоляты приспособлены к существованию внутри семян ячменя.

Из 104 выделенных изолятов эндофитных бактерий, только 11 проявили активность в отношении фузариозной инфекции (табл. 3). Они были выделены из семян 4 сортов ячменя из РФ, 3 сортов из Германии и 2 сортов из Франции. С точки зрения активности в отношении подавления развития *Fusarium oxysporum*, лучше всего проявил изолят, выделенный из сорта ячменя Реванш немецкой селекции, у которого зона подавления роста патогена составила 6,0 мм.

Выводы. Проведенные исследования

Таблица 3 – Число изолятов эндофитных бактерий семян различных сортов ярового ячменя, обладающих активностью в отношении *Fusarium oxysporum* (2021 г.), шт.

Сорт	Число активных изолятов, шт.	Зона подавления роста колонии гриба, мм
Травелер	1	3,5
Фортуна	2	3,0*
Рафаэль	1	3,0
Пересвет	1	2,0
Эйфель	2	4,0*
Соратник	1	3,0
Лидар	1	4,0
Калькюль	1	5,0
Реванш	1	6,0

Примечание: - – данные по наиболее активному штамму.

показали, что существуют выраженные различия как по количеству, так и по активности, в отношении фузариозной инфекции, у эндофитных бактерий семян, выделенных из различных сортов ярового ячменя. Выделение эндофитов из семян ячменя возможно как без размола (для выделения из пленок), так и с размолом (выделение из оболочки, эндосперма и зародыша семени).

Активностью в подавлении роста фитопатогенного гриба *Fusarium oxysporum* обладала

лишь небольшая часть выделенных изолятов эндофитных бактерий. Наиболее активным был изолят, выделенный из сорта Реванш (зона подавления роста колонии гриба – 6,0 мм).

Благодарности. Работа выполнена в рамках реализации проекта «Генетическая технология селекции микроорганизмов и конструирования консорциумов на их основе для создания биопрепаратов в растениеводстве» (уникальный идентификатор контракта RF-1930.61321X0001)

Литература

1. Reinhold-Hurek B., Hurek T. Living inside plants: bacterial endophytes//Curr. Opin. Plant Biol. 2011. Vol.14. P. 435–443.
2. The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes / P.R. Hardoim, S. van Overbeek, G. Berg, et al. //MMBR. 2015. Vol. 79. P.293-320.
3. Благовещенская Е.Ю. Эндофитные грибы злаков. Дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2006. 138 с.
4. Plant growth-promoting bacterial endophytes / G. Santoyo, G. Moreno-Hagelsieb, M. Orozco-Mosqueda // Microbiol. Res. 2016. Vol.183. P. 92–99.
5. Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants I. Afzal, Z. K. Shinwari, S. Sikandar, et al // Microbiological Research. 2019. Vol.221. P. 36–49.
6. Endophytic 895 bacteria: perspectives and applications in agricultural crop production. Bacteria in Agrobiology / M. Senthilkumar, R. Anandham, M. Madhaiyan, et al. //Crop 896 Ecosystems. Springer, 2011. P. 61–96.
7. Rosenblueth M. Bacterial endophytes and their interactions with hosts//Mol. Plant Microbe Interact. 2006. Vol.19. P. 827–837.
8. Compant S., Clément C., Sessitsch A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization //Soil Biol. Biochem. 2010. Vol.42. P. 669–678.
9. Beneficial role of bacterial endophytes in heavy metal phytoremediation/ Y. Ma, M. Rajkumar, C. Zhang, et al. //J. Environ. Manage. 2016. Vol.174. P.14–25.
10. The importance of the microbiome of the plant holobiont / P. Vandenkoornhuys, A. Quaiser, M. Duhamel, et al. //New Phytol. 2015. Vol. 206. P. 1196–1206.
11. Card S. D., et al. Beneficial endophytic microorganisms of Brassica—A review // Biol. Control. 2015. Vol. 90. P. 102–112.
12. Shahzad R. A., et al. What Is there in seeds? Vertically transmitted endophytic resources for sustainable improvement in plant growth //Front. Plant Sci. 2018. Vol. 9. P.24.
13. Bacterial seed endophytes: genera, vertical transmission and interaction with plants / S. Truyens, N. Weyens, A. Cuypers, et al. // Environ. Microbiol. Rep. 2015. Vol.7. P. 40–50.
14. Invasive *Lactuca serriola* seeds contain endophytic bacteria that contribute to drought tolerance / S. Jeong, T. M. Kim, B. Choi, et al. // Sci. Rep. 2021. Vol.11. P. 1–12.
15. Hone H., et al. Profiling, isolation and characterisation of beneficial microbes from the seed microbiomes of drought tolerant wheat // Sci Rep. 2021. Vol.11. 11916.
16. Kanchan K., et al. Seed Endophytic Bacteria of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.) Promote Seedling Development and Defend Against a Fungal Phytopathogen//Frontiers in Microbiology. 2021. Vol.11. 11916.
17. Akimoto-Tomiyama C. Multiple endogenous seed-borne bacteria recovered rice growth disruption caused by *Burkholderia glumae* //Sci Rep. 2021. Vol.11. P. 4177.
18. Endophytic *Bacillus* spp. produce antifungal lipopeptides and induce host defence gene expression in maize / S. K. Gond, M. S. Bergen, M. S. Torres, et al. //Microbiol. Res. 2015. Vol.172. P.79–87.
19. Verma S. K., White J. F. Indigenous endophytic seed bacteria promote seedling development and defend against fungal disease in browntop millet (*Urochloa ramosa* L.) //J. Appl. Microbiol. 2018. Vol.124. P.764–778
20. Pitzschke A. Developmental peculiarities and seed-borne endophytes in quinoa: omnipresent, robust bacilli contribute to plant fitness//Front. Microbiol. 2016. Vol. 7. P.2.
21. Soldan R., et al. Bacterial endophytes of mangrove propagules elicit early establishment of the natural host and promote growth of cereal crops under salt stress //Microbiol. Res. 2019. Vol. 223. P. 33–43.
22. Rodríguez C. E., et al. Heritability and functional importance of the *Setaria viridis* bacterial seed microbiome//Phytobiomes J. Vol. 4. P. 40–52.
23. L'Hoir M., Duponnois R. Combining the Seed Endophytic Bacteria and the Back to the Future Approaches for Plant Holobiont Breeding// Frontiers in Agronomy. 2021. Vol. 4. P. 48.

Сведения об авторах:

Афанасьева Дария Сергеевна – ассистент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: darya_afanasyeva@list.ru

Абрамова Арина Алексеевна – аспирант кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: abramova92a@yandex.ru

Дмитриева Полина Андреевна – студент, polinadmitrieva99@gmail.com

Сафина Диана Радиковна – магистр 2 года обучения, safdia@mail.ru

Чупина Елизавета Николаевна – студент, senechkaav@gmail.com

Ярмиева Аделя Илсуровна – магистр 2 года обучения, yarmieva.adilya@yandex.ru

Сафин Радик Ильясевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

EVALUATION OF VARIOUS VARIETIES OF BARLEY ON ENDOPHYTIC MICROFLORE OF SEEDS

D.S. Afanaseva, A.A. Abramova, P.A. Dmitrieva, D.R. Safina, E.N. Chupina, A.I. Yarmieva, R.I. Safin

Abstract. Endophytic microorganisms, including bacteria, are among the most promising biological agents for creating new biological plant protection products. Among the microorganisms of these groups, endophytic seed bacteria are of particular interest.

The objects of research were 30 varieties of spring barley of Russian and foreign selection. All varieties were grown under the same conditions.

The aim of the research was to study the endophytic microflora of seeds of various genotypes (cultivars) of spring barley. At the same time, bacteria were isolated from seeds without grinding (external endophytes) and with grinding (internal endophytes). The total number of isolated bacteria per seed and per 1 g of seed mass was estimated, and their activity against phytopathogenic fungi of the *Fusarium* genus was determined.

Differences between varieties of spring barley have been established in terms of the number of endophytic bacteria isolated both from the surface (films) and directly from seeds. In a number of varieties (Eifel, Akkordin, Sortanik, Lidar, and Povolzhsky-49), endophytic bacteria were not isolated during seed material grinding (internal endophytes), while they were isolated from whole seeds (external endophytes). In general, 104 isolates were isolated from the seeds of spring barley of various varieties, which differed in the morphological characteristics of colonies on nutrient media. At the same time, only 11 out of 104 isolates showed activity in suppressing the development of the phytopathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. This effect was most pronounced in a bacterium isolated from the seeds of the Revansh barley variety of German breeding. The established varietal differences between the genotypes of spring barley in terms of the number of endophytic microorganisms, taking into account their close relationship with the host plant, can be used both in the selection evaluation of various crop genotypes and in the isolation of promising bioagents for the creation of new biological products.

Key words: spring barley, varieties, seeds, endophytic microorganisms, endophytic bacteria.

References

1. Reinhold-Hurek B., Hurek T. Living inside plants: bacterial endophytes/ B.Reinhold-Hurek, //Curr. Opin. Plant Biol. 2011. Vol.14. P. 435–443.
2. Haroim P.R., van Overbeek S., Berg G. et al. The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes //MMBR. 2015. Vol. 79. P.293-320.
3. Благовещенская Е.Ю. Эндофитные грибы злаков. Дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2006. 138 с.
4. Santoyo G., Moreno-Hagelsieb G., del Carmen Orozco-Mosqueda M., Glick B.R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. //Microbiol. Res. 2016. Vol.183. P. 92–99.
5. Afzal I., Shinwari Z. K., Sikandar S., Shahzad S.Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants// Microbiological Research. 2019. Vol.221. P. 36–49.
6. Senthilkumar M. Anandham R., Madhaiyan M., Venkateswaran V., Sa T .Endophytic 895 bacteria: perspectives and applications in agricultural crop production. Bacteria in Agrobiolgy //Crop 896 Ecosystems. Springer, 2011. P. 61–96.
7. Rosenblueth M. Bacterial endophytes and their interactions with hosts//Mol. Plant Microbe Interact. 2006. Vol.19. P. 827–837.
8. Compant S., Clément, C., Sessitsch, A., Plant growth-promoting bacteria in the rhizo-and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization //Soil Biol. Biochem. 2010. Vol.42. P. 669–678.
9. Ma Y., Rajkumar M., Zhang C., Freitas H. Beneficial role of bacterial endophytes in heavy metal phytoremediation//J. Environ. Manage. 2016. Vol.174. P.14–25.
10. Vandenkoornhuyse P., Quaiser A., Duhamel M., Le Van A. & Dufresne A. The importance of the microbiome of the plant holobiont//New Phytol. 2015. Vol. 206. P. 1196–1206.
11. Card S. D. et al. Beneficial endophytic microorganisms of Brassica—A review // Biol. Control. 2015. Vol. 90. P. 102–112.
12. Shahzad R. A. et al.What Is there in seeds? Vertically transmitted endophytic resources for sustainable improvement in plant growth //Front. Plant Sci. 2018. Vol. 9. P.24.
13. Truyens S., Weyens N., Cuypers A. & Vangronsveld J. Bacterial seed endophytes: genera, vertical transmission and interaction with plants// Environ. Microbiol. Rep. 2015. Vol.7. P. 40–50.
14. Jeong S., Kim T. M., Choi B., Kim Y. and Kim E.I nvasive *Lactuca serriola* seeds contain endophytic bacteria that contribute to drought tolerance//Sci. Rep. 2021. Vol.11. P. 1–12.
15. Hone H. et al. Profiling, isolation and characterisation of beneficial microbes from the seed microbiomes of drought tolerant wheat//Sci Rep. 2021. Vol.11. 11916.
16. Kanchan K. et al. Seed Endophytic Bacteria of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.) Promote Seedling Development and Defend Against a Fungal Phytopathogen//Frontiers in Microbiology. 2021. Vol.11. 11916.
17. Akimoto-Tomiyama, C. Multiple endogenous seed-born bacteria recovered rice growth disruption caused by *Burkholderia glumae* //Sci Rep. 2021. Vol.11. P. 4177.
18. Gond S. K., Bergen M. S., Torres M. S. and White J. F. Jr. Endophytic *Bacillus* spp. produce antifungal lipopeptides and induce host defence gene expression in maize //Microbiol. Res. 2015. Vol.172. P.79–87.
19. Verma S. K., White J. F. Indigenous endophytic seed bacteria promote seedling development and defend against fungal disease in browntop millet (*Urochloaramosa* L.) //J. Appl. Microbiol. 2018. Vol.124. P.764–778
20. Pitzschke A. Developmental peculiarities and seed-borne endophytes in quinoa: omnipresent, robust bacilli contribute to plant fitness//Front. Microbiol. 2016. Vol. 7. P.2.
21. Soldan R. et al. Bacterial endophytes of mangrove propagules elicit early establishment of the natural host and promote growth of cereal crops under salt stress //Microbiol. Res. 2019. Vol. 223. P. 33–43.
22. Rodríguez C. E. et al. Heritability and functional importance of the *Setaria viridis* bacterial seed microbiome// Phytobiomes J. Vol. 4. P. 40–52.
23. L'Hoir M., Duponnois R. Combining the Seed Endophytic Bacteria and the Back to the Future Approaches for Plant Holobiont Breeding// Frontiers in Agronomy. 2021. Vol. 4. P. 48.

Authors:

Afanasyeva Dariya Sergeevna – Assistant of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: darya_afanasyeva@list.ru
 Abramova Arina Alekseevna – postgraduate student of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: abramova92a@yandex.ru
 Dmitrieva Polina Andreevna – student, polinadmitrieva99@gmail.com
 Safina Diana Radikovna – master, 2 years of study, safdia@mail.ru
 Chupina Elizaveta Nikolaevna – student, senechkaav@gmail.com
 Yarmieva Adilya Ilurovna - master of 2 years of study, yarmiewa.adilya@yandex.ru
 Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: radiksaf2@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Acknowledgement. The work was carried out within the framework of the project "Genetic technology for selection of microorganisms and design of consortiums based on them for the creation of biological products in crop production" (unique contract identifier RF-1930.61321X0001).

ПРИЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**М.Ю. Михайлова**

Реферат. При возделывании кукурузы на силос и зеленую массу особое внимание необходимо обратить на обеспеченность почвы питательными элементами в течение всей вегетации. При внесении полного минерального удобрения кукуруза способна давать хорошие урожаи даже в монокультуре. Важно исключить конкуренцию со стороны сорных растений, особенно в ранние фазы развития. Необходимо подбирать оптимальную норму высева, во избежание формирования изреженных и загущенных посевов. Сбалансированность корма по переваримому протеину может быть обеспечена смешанными посевами кукурузы с бобовыми культурами при соотношении нормы высева 1:1. Особое внимание стоит обратить на смешанные посевы кукурузы и сои. Для сохранения питательных веществ в зеленой массе кукурузы (крахмал, сухое вещество) сроки уборки должны совпадать с накоплением 28...35 % сухого вещества при доле початков более 50 %. Этот период совпадает с фазой молочно-восковой спелости зерна. Длительность уборки при закладки массы в траншеи не должна превышать 15 дней. Оптимальный уровень урожайности зеленой массы для Поволжья, который обеспечивает максимальный выход протеина (0,70...0,75 т/га), составляет 33,1...36,4 т/га. Дальнейшее увеличение урожайности ведет к постепенному снижению содержания протеина в зеленой массе кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза на корм, питательность, приемы интенсификации, кормовые единицы, силос.

Введение. Животноводство – стратегическая отрасль экономики России, которая наравне с растениеводством обеспечивает продовольственную безопасность страны. В современных условиях 52 % произведенного в России мяса приходится на птицу, 33 % – на свинину и 13...15 % – на говядину. С распадом СССР отрасль животноводства находилась в остром системном кризисе. В последние годы наблюдается положительная динамика производства продукции животноводства, однако темпы роста невысокие, а по некоторым видам животных производственные показатели уменьшились.

Кукуруза одна из важнейших культур кормового клина. На корм скоту идет как само растение, так и высокоэнергетическое зерно. В геноме кукурузы заложен огромный потенциал урожайности. Поэтому важно правильно подобрать конкретные технологии возделывания культуры для максимального его раскрытия.

В общем рационе крупного рогатого скота на долю кукурузы приходится примерно 30...40 %, а при молочной направленности хозяйства на кукурузный силос может приходиться более половины от суточной нормы кормления [1]. Сочный корм растительного происхождения содержит в своем составе максимальное количество клетчатки, что позволяет улучшить отделение слюны и понизить кислотность желудка перед употреблением концентратов.

Низкие показатели развития молочного скотоводства, в первую очередь, связаны со слабой кормовой базой. Решить эту проблему можно путем увеличения доли кукурузы на силос в кормовом клине структуры посевных площадей. Известно, что себестоимость ее возделывания в 1,5 раза больше, чем многолетних трав, и находится практически на одном уровне с однолетними травами. Производство кукурузного корма в хозяйствах при-

водит к снижению прямых затрат труда на единицу продукции, в отличие от других кормовых культур. Помимо этого, кукуруза характеризуется наибольшим выходом переваримого протеина с единицы площади (322,6 кг/га) [2].

Для подтверждения важности возделывания кукурузы на силос необходимо изучить основные приемы ее выращивания, проанализировать современный опыт и результаты исследований ученых, выделить основные аспекты, которые обеспечивают повышение урожайности и улучшение качества кукурузного корма.

Результаты и обсуждение. В условиях выщелоченных слитых почв Адыгеи Девтерова Н.И. рекомендует использовать в технологии возделывания кукурузы возобновляемые ресурсы путем заделки в почву соломы зерновых предшественников и рапса на сидерат, благодаря которым урожайность культуры на зеленый корм достоверно ($HCp_{05} +6,5$ ц/га) увеличивает соответственно до 133,0 ц/га и 149,5 ц/га. Лучший способ основной обработки под кукурузу в отношении формирования максимального урожая зеленого корма в этих условиях вспашка. Величина прибавки, по сравнению с углублением пахотного слоя, составила 54,0 ц/га [3].

Удобрения – основной фактор повышения урожайности кукурузы на корм. Выход питательных веществ с 1 га при их применении резко увеличивается до 1,5...1,7 раз [4]. Возделывание кукурузы на удобренных фонах ($N_{240}P_{90}K_{180}$) на 81,2 % повышает энергетическую ценность корма, благодаря увеличению его питательности, в сравнении с неудобренными вариантами. Кроме того, при внесении указанной дозы содержание сухого вещества в 1 кг кукурузного корма в условиях РСО-Алании составляло 252 г, сырого протеина – 30,2 г, сырого жира – 12,5 г, каротина – 21 мг, против соответственно 174 г, 21,5 г, 9,3 г, 15

мг без удобрений. Концентрация основных микроэлементов в корме, выращенном в удобренных вариантах, было больше на 0,1...0,2 г. Улучшение условий минерального питания растений не приводило к увеличению содержания сырой клетчатки (77,0 г против 86,4 г), безазотистых экстрактивных веществ (145,0 против 153,6 г) и кальция (1,4 г против 1,5 г) [5].

Кукуруза хорошо отзывается на внесение удобрения. В результате их использования продуктивность кормового севооборота может возрастать на 5,6 тыс. корм. ед./га, обеспеченность обменной энергией достигать 10 МДж/га, в 1 кг сухого вещества сырым протеином – 12 % [6].

Дозы фосфорных удобрений до 140...180 кг/га повышают как ростовые показатели в течение вегетации, так и урожайность. Дальнейшее их увеличение не приводит к нарастанию сбора вегетативной массы [7].

С целью уменьшения химической нагрузки на дерново-подзолистые супесчаные почвы в условиях Владимирской области доказана возможность замены части азота минеральных удобрений биологическим азотом предшествующей культуры – люпина однолетнего. Кроме того, в этом опыте при сравнении вариантов монокультуры кукурузы и двухпольного севооборота люпин однолетний на силос – кукуруза на силос на фоне внесения возрастающих доз минеральных удобрений (NPK)₃₀; (NPK)₆₀; (NPK)₉₀; (NPK)₁₂₀ отмечается усиление влияния удобрений и проявляется их наибольшая эффективность в сочетании с биологическим азотом люпина. Это способствовало снижению оптимальной дозы с (NPK)₁₂₀ до (NPK)₆₀, создавая экономию только на минеральных удобрениях около 6 тыс. руб./га. В результате выход кормовых единиц с урожаем кукурузы по люпину увеличивался на 83 %, белка – на 158, обеспеченность протеином 1 корм. ед. – на 39 %, по сравнению с монокультурой кукурузы. В посевах монокультуры кукурузы внесение минеральных удобрений обеспечивало улучшение указанных показателей качества соответственно на 100, 148 и 19 % [8].

В течение 30 лет в степной зоне Южного Урала исследовали влияние двух уровней интенсификации на урожайность кукурузы на силос в зависимости от предшественника. Сбор зеленой массы без применения удобрений в монокультуре за этот период составил 15,5...15,8 т/га (по 0,5 т/га в год). При этом бессменное возделывание не снижало урожайности, в сравнении с выращиванием кукурузы в севооборотах. Однако наиболее благоприятные условия для роста, развития и формирования высокой урожайности зеленой массы создавались при чередовании культур. В то же время следует отметить ее снижение в севообороте с яровой твердой пшеницей (14,1 т/га). Наибольший сбор зеленой массы отмечен на фоне последствия черного пара под озимые (30,4 т/га). Внесение минеральных удобрений обеспечивало его дальнейшее увеличение на 0,9 т/га (последствие черного пара под озимые).

В варианте с черным паром под твердую пшеницу урожайность при улучшении условий минерального питания возрастала на 0,5 т/га, с сидеральным паром – на 1,3 т/га. При бессменном возделывании урожайность в удобренных вариантах увеличивалась на 1,0 т/га. Урожайность кукурузы в монокультуре с внесением удобрений может достигать такого же уровня, как в севооборотах на неудобренных фонах [9].

При возделывании кукурузы на зеленый корм в Республике Татарстан остро стоит вопрос сбалансированности по переваримому протеину. Поэтому целесообразны смешанные посевы кукурузы с бобовыми культурами. Наиболее приемлемым, по мнению Фомина В.Н. и Миназова И.Р., может быть сочетание кукуруза и сои. Несмотря на меньшую урожайность зеленой массы (33,15 т/га против 33,88 т/га в одновидовых посевах), продукция таких совместных посевов характеризуется самой высокой обеспеченностью переваримым протеином – от 113,88 до 118,84 г/корм. ед. в зависимости от доз удобрений. У зеленой массы, собранной в смешанных посевах кукурузы с горохом, обеспеченность протеином на 12,29...15,94 г/корм. ед. меньше [10].

Смешанные посевы кукурузы с люпином желтым и кормовыми бобами дают дополнительно 41 т/га зеленой массы, 5,1 тыс. корм. ед./га, 2,9 % протеина, 10...104 МДж/га энергии, в сравнении с чистыми посевами кукурузы. Кроме того, использование корма изготовленного на основе продукции таких смешанных посевов снижает расход концентрированных кормов на 10 % [11].

Силосование кукурузы в 50 %-ном соотношении с амарантом или люпином (нормы высева 1:1) увеличивает содержание переваримого протеина – до 105...108 г/корм. ед. [12].

Кукуруза богата крахмалом, но необходимый уровень питательности зеленой массы достигается при доле початков в ней более 50 % в фазе восковой спелости. Решить эту проблему возможно путем увеличения высоты среза при уборке. Поедаемость корма заготовленного с использованием такого технического приема возрастает на 1 кг сухого вещества в день [13].

При благоприятных метеорологических условиях и хорошей обеспеченности почвы питательными элементами правильный выбор нормы высева определяет до 95,6 % урожайности кукурузы. Наибольший ее уровень достигается при норме 60 тыс. шт./га – 12,3 т/га. Это на 1,2 т/га больше, чем при 40 тыс. шт./га, и на 0,5 т/га, по сравнению с 80 тыс. шт./га. Помимо урожайности норма высева влияет и на влажность зеленой массы. Самой высокой (84 %) она была при посевах 60 тыс. шт./га и в загущенных и изреженных посевах [14].

Срок уборки – важный фактор, который необходимо учитывать при возделывании кукурузы на корм. Поздняя и ранняя уборка оказывает существенное влияние на качество корма. Ориентиром для определения оптимального срока служит содержание сухого вещества.

Так как при составлении рациона для КРС основным компонентом кукурузного корма служит сухое вещество, то оптимальным сроком уборки будет период, когда его содержание в зеленой массе составляет 28...35 %. По фазам развития такое состояние растений совпадает с концом молочно-восковой спелости и продолжается в течение всей восковой спелости зерна. Если зеленая масса кукурузы в рационе включают совместно с зеленой массой многолетних трав, то содержание сухого вещества можно увеличить до 30...36 %. Более ранние сроки уборки приводят к снижению урожайности, уменьшению содержания крахмала и сухого вещества. Поздняя уборка сопровождается, не только к одревеснению стебля, но и дальнейшим затруднением трамбовки, в результате чего в дальнейшем возможно плесневение силосной массы. Поэтому после наступления оптимальной фазы длительность уборки не должна превышать 15 дней [15].

В результате исследований, проведенных в условиях Нижнего Поволжья, максимальный

сбор протеина с единицы площади на уровне 0,70...0,75 т/га достигается при урожайности зеленой массы кукурузы 33,1...36,4 т/га. Дальнейшее увеличение урожайности приводит к снижению содержания протеина [16].

Одним из лимитирующих факторов, ограничивающих формирование высоких запланированных урожаев, может стать засоренность посевов. Опрыскивание посевов гербицидами уменьшает засоренность посевов кукурузы на 85,1 % и увеличивает сбор зеленой массы на 11,8 % [17].

Выводы. Из приведенного обзора литературы можно сделать вывод, что каждый из приемов и этапов в общей технологии возделывания кукурузы на кормовые цели оказывают как косвенное, так и прямое влияние на конечный результат получения корма высокого качества в достаточном количестве. И в каждом из приемов выделяется определенная грань или указывается конкретный предел, при превышении которого наблюдается или снижение урожайности, или происходит ухудшение качества корма.

Литература

1. Таланов И.П., Михайлова М.Ю., Каримова Л.З. Отзывчивость гибридов кукурузы на внесения расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 123-127. DOI 10.12737/12516.
2. Силаева Л.П., Алексеев С.А., Меньшова А.Е. Эффективность размещения и производства кормовых культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 6. С. 42-48.
3. Девтерова Н.И. Урожайность кукурузы на зеленый корм при использовании удобрений, возобновляемых биоресурсов и уменьшении интенсивности обработок почвы // Вестник Адыгейского государственного университета. 2018. № 3 (226). С. 118-121.
4. Mikhailova M.U., Talanov P.I. Cultivation of corn hybrids on the expected nutritional background in the Volga region of the Republic of Tatarstan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019. Kurgan. 18–19 апреля 2019 года. Kurgan. IOP Publishing Ltd. 2019. P. 012008. DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012008.
5. Тукфатулин Г.С., Хетагурова А.А. Высококачественные корма из многолетних злаковых трав и кукурузы, выращенных с использованием гербицидов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 1. С. 55-58.
6. Михайлова М.Ю., Таланов И.П. Питательная ценность гибридов кукурузы при возделывании на зеленую массу // Аграрная наука. 2016. № 4. С. 9-11.
7. Mikhailova M., Talanov I.P. The effect of nutritional backgrounds on the formation of leaf surface and yield and green mass of corn // BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). Kazan. 13–14 ноября 2019 года. Kazan. EDP Sciences. 2020. P. 00074.
8. Фролова Л.Д. Оптимизация кормовых севооборотов с кукурузой // Владимирский земледелец. 2018. № 1(83). С. 26-29.
9. Скороходов В.Ю. Урожайность кукурузы на силос в севооборотах при бессменном возделывании в зависимости от предшественника на двух уровнях интенсификации в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 2(82). С. 68-72.
10. Фомин В.Н., Миназов И.Р. Совместные посевы кукурузы с бобовыми культурами в Республике Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 2. С. 55-57.
11. Коновалова Н.Ю., Вахрушева В.В., Коновалова С.С. Влияние современных технологий на развитие кормопроизводства Европейского севера Российской Федерации // Агробиотехника. 2018. № 2. С. 4.
12. Продуктивность и питательная ценность кормовых культур в условиях Сибири / В.К. Ивченко, В.Н. Романов, В.М. Литая и др. // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11(122). С. 9-15.
13. Продуктивность агроценоза и пищевой режим почвы при разной высоте уборки кукурузы в условиях верхневолжья / В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, И.П. Фирсов и др. // Плодородие. 2015. № 4(85). С. 20-23.
14. Бессонова А.В. Влияние норм высева на зеленый корм и силос в лесостепной зоне Республики Хакасия // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 2019. № 1(27). С. 35-38.
15. Терещенко С.А., Мудрова Л.Д. Зависимость качества силоса от элементов технологии возделывания кукурузы // Известия КГТУ. 2019. № 52. С. 133-142.
16. Новиков А.Е. Оптимизация технологических параметров выращивания высокопродуктивных кормовых культур // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2014. № 8. С. 46-49.
17. Рябцев А.А., Колесников А.С. Эффективность средств защиты растений на посевах кукурузы в условиях Красноярской лесостепи // Инновационные решения молодых ученых в аграрной науке. 2019. С. 125-130.

Сведения об авторах:

Михайлова Марина Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, marisha.m.u@mail.ru
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

**TECHNIQUES AND TRENDS OF CORN CULTIVATION FOR FODDER
PURPOSES IN THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

M.Yu. Mikhailova

Abstract. When cultivating corn for silage and green mass, special attention should be paid to the provision of soil with nutrients throughout the growing season. Fertilized backgrounds with full mineral fertilizer are a priority in corn crops. Even in monoculture, fertilized corn is able to produce good yields. Secondly, it is important to exclude the competition of corn and weeds, especially in the early phases of development. Thirdly, it is important to choose the optimal seeding rate in order to avoid sparse and thickened crops. Fourth, the balance of the feed for digestible protein can be provided by mixed crops of corn with legumes in the ratio of the seeding rate of 1:1. Special attention should be paid to mixed crops of corn and soybeans. Fifthly, in order to preserve nutrients in the green mass of corn (starch, dry matter), the harvesting time should coincide with the period of accumulation of 28-35% of dry matter with a share of cobs of more than 50%. This period coincides with the phase of milk-wax ripeness of grain. The duration of cleaning when laying the mass in the trenches should not exceed 15 days. Sixth, there is an optimal yield level of green mass (33.1-36.4 t/ha) for the Volga region, which provides maximum protein yield (0.70-0.75 t/ha). It has been experimentally proven that a further increase in yield will lead to a gradual decrease in the protein content in the green mass of corn.

Keywords: corn for feed, nutritional value, intensification techniques, feed units, silage.

References

1. Talanov I.P., Mikhailova M.Y., Karimova L.Z. Responsiveness of corn hybrids to the application of calculated doses of mineral fertilizers in the conditions of the Volga region of the Republic of Tatarstan // *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2015. T. 10. № 2(36). Pp. 123-127. DOI 10.12737/12516.
2. Silaeva L.P., Alekseev S.A., Menshova A.E. Efficiency of placement and production of fodder crops // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2017. № 6. pp. 42-48.
3. Devterova N.I. Corn yield for green fodder when using fertilizers, renewable biological resources and reducing the intensity of soil treatments // *Bulletin of the Adygea State University*. 2018. № 3 (226). Pp. 118-121.
4. Mikhailova M.U., Talanov P.I. Cultivation of corn hybrids on the expected nutritional background in the Volga region of the Republic of Tatarstan // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019*. Kurgan. 18–19 апреля 2019 года. Kurgan: IOP Publishing Ltd. 2019. P. 012008. DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012008.
5. Tukfatulin G.S., Khetagurova A.A. High-quality feed from perennial grasses and corn grown with the use of herbicide // *News of the Gorsky State Agrarian University*. 2017. Vol. 54. № 1. pp. 55-58.
6. Mikhailova M.Yu., Talanov I.P. The nutritional value of corn hybrids when cultivated for green mass // *Agrarian Science*. 2016. № 4. pp. 9-11.
7. Mikhailova M., Talanov I.P. The effect of nutritional backgrounds on the formation of leaf surface and yield and green mass of corn // *BIO Web of Conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019)*. Kazan. 13–14 ноября 2019 года. Kazan: EDP Sciences 2020. P. 00074.
8. Frolova L.D. Optimization of fodder crop rotations with corn // *Vladimir farmer*. – 2018. № 1(83). Pp. 26-29.
9. Skorokhodov V.Yu. Corn yield for silage in crop rotations during permanent cultivation depending on the predecessor at two levels of intensification in the steppe zone of the Southern Urals // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2020. № 2(82). Pp. 68-72.
10. Fomin V.N., Minazov I.R. Joint sowing of corn with legumes in the Republic of Tatarstan // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2012. № 2. pp. 55-57.
11. Konvalova N.Yu., Vakhrusheva V.V., Konvalova S.S. The influence of modern technologies on the development of feed production in the European North of the Russian Federation // *Agrozootechnika*. 2018. № 2. pp. 4.
12. Productivity and nutritive value of forage crops in Siberia / K.V. Ivchenko, V.N. Romanov, V.M. Litau, et al. // *Vestnik Krasgau*. 2016. № 11(122). Pp. 9-15.
13. Productivity of agrocenosis and the nutritional regime of the soil at different heights of corn harvesting in the conditions of the Upper Volga region / V.A. Shevchenko, A.M. Solovyov, I.P. Firsov, et al. // *Fertility*. 2015. № 4(85). P. 20-23.
14. Bessonova A.V. Influence of seeding rates on green fodder and silage in the forest-steppe zone of the Republic of Khakassia // *Bulletin of the N.F. Katanov Khakass State University*. 2019. № 1(27). Pp. 35-38.
15. Tereshchenko S.A., Mudrova L.D. Dependence of silage quality on elements of corn cultivation technology // *Izvestiya KSTU*. 2019. № 52. pp. 133-142.
16. Novikov A.E. Optimization of technological parameters of cultivation of highly productive fodder crops // *Bulletin of Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*. 2014. № 8. pp. 46-49.
17. Ryabtsev A.A., Kolesnikov A.S. The effectiveness of plant protection products on corn crops in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe // *Innovative solutions of young scientists in agrarian science*. 2019. p. 12

Author:

Mikhailova Marina Yurievna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science, marisha.m.u@mail.ru
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Agrarian University"

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ В ПРЕДКАМЬЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**Р.И. Сафин, И.Х. Вафин, А.А. Абрамова**

Реферат. Обработка почвы – один из основных элементов современных систем земледелия. Вместе с тем, именно интенсивная обработка почвы, во многом, служит одной из главных причин деградации почвы и развития процессов ее эрозии. В предотвращении так их негативных явлений большую роль может сыграть развитие ресурсосберегающих, в том числе нулевой (No-till), технологий обработки почвы в полевых севооборотах. Исследования проводили с целью изучения влияния различных систем обработки почвы (отвальной, мульчирующей, комбинированной разноглубинной и нулевой) на ее агрофизические параметры и биологическую активность в производственных условиях в Предкамской зоне Республики Татарстан. Определяли годовую динамику комплекса агрофизических параметров почвы (содержание продуктивной влаги, плотность сложения и др.). Для оценки влияния различных систем обработки почвы на биологическую активность почвы определяли численность почвенных простейших (Protozoa). В условиях острой засухи 2021 г. комбинированная разноглубинная система и система No-till обеспечивали лучшее сохранение влаги, чем отвальная и мульчирующая. При этом в варианте с нулевой обработкой (No-till) плотность сложения почвы оставалась в пределах оптимальных значений и отмечалось накопление влаги в нижнем слое пахотного горизонта. Использование почвозащитных систем обработки (мульчирующей, комбинированной, нулевой), приводило к росту содержания агрономически ценных агрегатов почвы, по сравнению с отвальной. Ресурсосберегающие системы обработки почвы способствовали увеличению численности простейших, по сравнению с традиционной вспашкой. В целом, применение ресурсосберегающих систем обработки не ухудшает агрофизические свойства почвы и оказывает положительное влияние на ее биологическую активность.

Ключевые слова: системы обработки почвы, обработка почвы, агрофизические показатели почвы, биология почв, почвенные простейшие (Protozoa).

Введение. Состояние почвы – один из основных факторов, оказывающих прямое влияние как на продуктивность сельскохозяйственных культур, так и на качественные характеристики сельскохозяйственной продукции. В последние годы, по инициативе ФАО ООН, все большее распространение получает оценка «здоровья» почвы, под которым понимается «...способность почвенной экосистемы ...поддерживать продуктивность растений, животных, приемлемое качество урожая, воды и воздуха, а также обеспечивать здоровье людей, животных и растений» [1]. Необходимость в таком подходе обусловлена сложившейся ситуацией. По данным ФАО, в мировом сельском хозяйстве общая площадь деградированных почв достигла 1,5 млрд га, а потери урожая, связанные только с процессами биологической почвенной деградации (почвоуплотнение, фитотоксичность, почвенные патогены и др.) оцениваются в 25 % [2].

В последние годы все большее распространение в практике мирового сельского хозяйства приобретают технологии обработки почвы по системе No-till. К числу ее достоинств относят снижение энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции, уменьшение процессов водной и воздушной эрозии, накопление органического вещества в почве, а также уменьшение эмиссии парниковых газов [3]. Широко используют такие системы и в земледелии Татарстана [4,5].

Одна из серьезных проблем современного земледелия – переуплотнение почвы. Оно сопровождается уменьшением водопоглотитель-

ной способности почв и ухудшением ее аэрации, что приводит не только к снижению микробной биомассы, но и к задержке развития корней, с последующими потерями урожайности сельскохозяйственных культур [6]. Основной прием управления плотностью сложения почвы и контроля ее переуплотнения – механическая обработка. При этом использование различных систем обработки почвы в севооборотах оказывает разное влияние на ее агрофизические параметры. В ряде исследований было показано, что при минимальной и нулевой обработках почвы уплотнение почвы возрастает [7,8], тогда как другие авторы отмечают противоположные тенденции [9,10].

Живая фаза почвы охватывает различные организмы, постоянно или в течение части своего жизненного цикла обитающую в почвенной среде. Было подсчитано, что биомасса почвенных микроорганизмов может приближаться к сумме всей живой биомассы на поверхности суши [11]. Биологическая активность почвы, в основном, сосредоточена в верхнем ее слое (0...30 см), где на живые компоненты приходится небольшая доля (<0,5 %) от общего объема почвы, которая составляет менее 10 % от общего количества органических веществ в почве [12]. Почвенная биота чрезвычайно разнообразна и выполняет большое количество разнообразных экосистемных функций [13]. Одна из важнейших групп почвенных организмов – простейшие (Protozoa). Это одноклеточные живые организмы. Их основной источник пищи – бактерии, хотя некоторые виды потребляют растворимые

Таблица 1 –Характеристика полей в опытах

Предприятие	№	2020 г.	2021 г.	Система обработки почвы
ООО «Тойма»	1	яровой ячмень	горох	No-till
	2	яровая пшеница	фацелия	No-till
	3	горох	яровой ячмень	мульчирующая
	4	яровой рапс	яровая пшеница	разноглубинная комбинированная
СХПК «Урал»	1	яровой рапс	яровая пшеница	отвальная
	2	горох	яровой ячмень	отвальная
	3	яровой ячмень	кукуруза	отвальная
	4	озимая пшеница	яровой ячмень	отвальная

органические вещества, грибы и себе подобных. Они формируют самую большую биомассу из всех почвенных организмов и живут в водных пленках, покрывающих почвенные агрегаты, а также в заполненных водой порах почвы. Простейшие служат важным источником пищи для многих почвенных организмов [14]. Потребление ими почвообитающих бактерий способствует процессу круговорота питательных веществ, высвобождая доступный азот и фосфор для использования растениями (эффект микробной петли). Кроме того, они способствуют подавлению патогенов обеспечивая конкуренцию за ресурсы. Переуплотнение почвы приводит к снижению как биомассы, так и активности простейших[15], что дает возможность использовать их численность для оценки состояния сельскохозяйственных почв.

Один из наиболее важных вопросов освоении нулевой и других ресурсосберегающих систем обработки почвы – их влияние на почвенную биоту. Большинство исследователей указывает на значительное положительное воздействие таких систем на почвенную биоту и ее активность. Так, нулевая обработка почвы на черноземах привела к повышению ее биологической активности на 20 %, по сравнению со вспашкой[16]. Аналогичные результаты были получены и в других исследованиях[17]. С другой стороны, было показано, что применение нулевой технологии приводит к умень-

шению активности почвенных целлюлозо разрушающих микроорганизмов и накоплению в почве фитопатогенных грибов рода фузариум [18].

В связи с изложенным, возникла необходимость в изучении влияния различных систем обработки почвы на агрофизические свойства и состояние почвенной биоты (численности простейших).

Условия, материалы и методы. Исследование агрофизических и биологических свойств проводили трижды: осенью 2020 г., весной (до посева) 2021 г. и осенью 2021 г. В течение вегетации 2021 г. отмечали острозасушливые условия, что отразилось как на агрофизических, так и на биологических свойствах почвы. Оценка проводили на полях ООО «Тойма» и СХПК «Урал» Кукморского муниципального района Республики Татарстан, на которых использовали разные системы обработки почвы (табл. 1):вООО «Тойма» – ресурсосберегающие– нулевая (No-till), мульчирующая (с использованием дискования) и комбинированная разноглубинная; в СХПК «Урал» – отвальная.

Отбор почвенных образцов проводили согласно правилам отбора проб для агрохимического и микробиологического анализов. Лабораторные исследования осуществляли в агрофизической лаборатории кафедры Общего земледелия, защиты растений и селекции, а также в лабораторном комплексе Агроэкологического центра ФГБОУ ВО «Казанский

Таблица 2 – Динамика плотности сложения почвы, г/см³

Предприятие	Номер поля	Система обработка почвы	Слой почвы	Осень 2020 г.	Весна 2021 г.	Осень 2021 г.
ООО «Тойма»	1	No-till	0...10 см	1,08	1,08	0,98
			10...20 см	1,19	1,18	1,16
	2	No-till	0...10 см	1,04	1,07	1,14
			10...20 см	1,12	1,23	1,15
	3	мульчирующая	0...10 см	1,11	1,14	1,08
			10...20 см	1,28	1,20	1,24
	4	разноглубинная комбинированная	0...10 см	1,19	0,95	1,15
			10...20 см	1,28	1,11	1,19
СХПК «Урал»	1	отвальная	0...10 см	1,30	1,19	1,13
			10...20 см	1,42	1,24	1,12
	2	отвальная	0...10 см	1,24	1,10	1,17
			10...20 см	1,31	1,27	1,24
	3	отвальная	0...10 см	1,03	0,98	1,19
			10...20 см	1,11	1,04	1,14
	4	отвальная	0...10 см	0,99	0,93	1,07
			10...20 см	1,07	0,97	1,12

Таблица 3 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0...20 см, мм

Предприятие	Номер поля	Система обработка почвы	Осень 2020 г.	Весна 2021 г.	Осень 2021 г.
ООО «Тойма»	1	No-till	28,33	35,04	18,26
	2	No-till	24,92	31,88	17,62
	3	мульчирующая	31,85	31,34	15,77
	4	разноглубинная комбинированная	24,94	35,66	19,87
СХПК «Урал»	1	отвальная	18,52	29,75	4,79
	2	отвальная	27,26	29,92	15,59
	3	отвальная	38,31	38,35	7,66
	4	отвальная	32,79	38,42	11,26

ГАУ» в 2021 г.

Агрофизические свойства почвы определяли с использованием общепринятых методов анализа [19], количество некоторых простейших в образцах почвы – согласно рекомендациям А.С. Бабенко и др. [20]. Учеты выполняли в трехкратной повторности.

Для оценки запасов влаги в слое 0...20 см использовали следующую шкалу: более 40 мм – отличное, 20...40 мм – удовлетворительное, менее 20 мм – неудовлетворительное. Содержание агрономически ценных агрегатов определяли методом сухого просеивания с оценкой по шкале С.И. Долгова и П.У. Бахтина.

Результаты и обсуждение. Оптимальная плотность сложения для развития яровых зерновых культур составляет 1,0...1,25 г/см³, озимых зерновых – 1,0...1,3 г/см³, гороха – 1,0...1,23 г/см³. С учетом этого, можно отметить, что при использовании в ООО «Тойма» системы нулевой обработки почвы (No-till) величина этого показателя оставалась в оптимальных пределах во все периоды учета и во всех слоях пахотного горизонта (табл. 2). В то же время, при использовании мульчирующей системы (дискование) отмечали рост плотности сложения в слое 10...20 см до уровня 1,28 г/см³ (осень 2020 г), что на 7,5...14,3% выше, чем в вариантах с No-till. Аналогичные показатели осенью 2020 г. отмечены в варианте с разноглубинной системой. К осени 2021 г. плотность сложения в слое почвы 10...20 см при мульчирующей и разноглубинной системах находились в пределах оптимальных значения для зерновых культур, но выше (на 6,8...7,8% для мульчирующей и на 2,5...3,5% для разноглубинной), чем в вариантах с No-till. В СХПК

«Урал», где применяли только вспашку, осенью 2020 г. Отмечали переуплотнение почвы в слое 10...20 см на полях после гороха и рапса, а к осени 2021 г. она вернулась в границы оптимальных значений для зерновых культур (табл. 2).

В условиях острой засухи (осень 2021 г.) разноглубинная комбинированная система и No-till обеспечивали лучшее сохранение влаги в почве, чем отвальная и мульчирующая (табл. 3). Так, при использовании системы No-till накопление влаги в слое 0...20 см было на 11,7...15,8% выше, чем в варианте с дискованием (мульчирующая система). При использовании разноглубинной системы, аналогичный прирост составил 25,9%. Еще более значительные различия в пользу разноглубинной системы и No-till отмечены, по сравнению с показателями варианта со вспашкой.

Применение почвозащитных систем обработки почвы (мульчирующей, разноглубинная, нулевая) в ООО Тойма привело к росту содержания агрономически ценных агрегатов почвы, по сравнению с использованием вспашки (табл. 4). Так, если в лучшем варианте с применением вспашки величина этого показателя в слое почвы 0...20 см составляла 72,24%, то при разноглубинной системе она была в 1,18 раза выше. Вместе с тем и при использовании отвальной системы содержание агрономически ценных агрегатов оценивалось как хорошее и удовлетворительное.

Весной 2021 г. максимальную в опыте численность простейших в почве фиксировали в варианте с системой обработки No-till (табл. 5). К осени наилучшие показатели были отмечены при разноглубинной комбинированной

Таблица 4 – Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25...10,0 мм) в слое почвы 0...20 см (осень 2021 г.), %

Предприятие	Номер поля	Система обработка почвы	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	Состояние
ООО «Тойма»	1	No-till	65,13	хорошее
	2	No-till	75,51	хорошее
	3	мульчирующая	76,81	хорошее
	4	разноглубинная комбинированная	85,42	отличное
СХПК «Урал»	1	отвальная	53,56	удовлетворительное
	2	отвальная	72,24	хорошее
	3	отвальная	64,24	хорошее
	4	отвальная	71,90	хорошее

Таблица 5 – Численность простейших в почве, шт./г воздушно-сухой почвы

Номер поля	Система обработки почвы	Слой почвы	Весна 2021 г.	Осень 2021 г.	Изменение
ООО «Тойма»					
1	No-till	0...10 см	137,6	97,8	-
		10...20 см	174,2	337,3	+
2	No-till	0...10 см	105,6	211,8	+
		10...20 см	101,2	116,5	+
3	мульчирующая	0...10 см	93,4	270,0	+
		10...20 см	40,0	65,5	+
4	разноглубинная комбинированная	0...10 см	25,0	457,5	+
		10...20 см	82,4	461,8	+
СХПК «Урал»					
1	отвальная	0...10 см	39,6	159,4	+
		10...20 см	87,05	173,4	+
2	отвальная	0...10 см	34,6	53,8	+
		10...20 см	68,8	231,4	+
3	отвальная	0...10 см	79,1	104,6	+
		10...20 см	44,7	49,8	+
4	отвальная	0...10 см	101,0	170,4	+
		10...20 см	36,4	145,8	+

системе обработки почвы и системе No-till. В целом ресурсосберегающие системы обработки почвы (ООО «Тойма») способствовали увеличению численности простейших, по сравнению с ежегодной вспашкой (СХПК «Урал»). Так, в сумме в слое почвы 0...20 см к осени 2021 г. величина этого показателя в вариантах с No-till составила 328,3...435,1 шт./г, с мульчирующей системой – 335,5 шт./г, с разноглубинной – 919 шт./г, а при использовании вспашки – от 154,4 до 332,8 шт./г.

Выводы. При использовании системы нулевой обработки почвы (No-till) показатели плотности сложения остаются в оптимальных пределах во все периоды учета и во всех слоях почвы. На фоне мульчирующей системы обработки почвы отмечается рост плотности сло-

жения в слое 10...20 см, аналогичный, но менее выраженный, эффект характерен и для разноглубинной системы. В условиях острой засухи разноглубинная система и No-till обеспечивают лучшее сохранение влаги, чем отвальная и мульчирующая. Применение почвозащитных систем обработки почвы (мульчирующей, разноглубинной, нулевой) приводит к росту содержания агрономически ценных агрегатов почвы, по сравнению с отвальной системой, то есть улучшает ее структуру.

Использование No-till, и особенно разноглубинной комбинированной системы обработки почвы, обеспечивает более высокую численность простейших в слое почвы 0...20 см.

Литература

1. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. М.: Издательство Агрорус, 2016. 288 с.
2. Торопова Е. Ю., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Индукция супрессивности почвы -важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций // Агрохимия. 2016. № 8. С. 44-55.
3. Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И. Влияние технологии No-till на экологическое состояние черноземов южных Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. №1. С.3-7.
4. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах среднего Поволжья / Р.В.Миникаев, Ф.Ш.Шайхутдинов, И.Г.Манюкова, Г.С.Мухутдинова, Д.А.Фатихов, Л.Р. Климova. Казань : Казанский государственный аграрный университет. 2021. 400 с.
5. Миникаев Р. В., Сержанов И. М., Фатыхов Д. А. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков Северной части лесостепи Поволжья // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора А.И. Кузнецова (1930-2015 гг.). Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет. 2020. С. 220-230.
6. Канделя М. В., Канделя Н. М., Земляк В. Л., Бумбар И. В. Переуплотнение почв - один из важнейших факторов её деградации // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. №3 (51). С.105-115.
7. Дридригер В.К., Стукалов Р.С., Матвеев А.Г. Влияние типа почвы и её плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Земледелие. 2017. №2. С. 19-22
8. Кислова А.В., Васильев И.В., Васильева А.С. Влияние минимизации обработки на плодородие почвы и урожайность овса в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского ГАУ. 2012. Т. 3. № 35(1). С. 59–62.
9. Кураченко Н.Л., Колесников А.С., Романов В.Н. Влияние обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. 48(1). С.44-50.
10. Ефремова, Е.Н. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2013. № 2(30). С. 1–5.

11. Gold, T. The deep, hot biosphere // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1992. Vol. 89. P. 6045–6049.
12. Nielsen, M.N. & Winding, A. Microorganisms as Indicators of Soil Health/National Environmental Research Institute, Denmark. 2002. Technical Report No. 388
13. Соколова Т.А. Роль биоты в создании почвенного профиля и функционировании почвы: новые материалы и интерпретация известных фактов и существующих концепций // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 105. С. 208-225.
14. Crotty F.V., Adl S.M., Blackshaw R.P., Murray P.J. Protozoan pulses unveil their pivotal position within the soil food web// Microbial Ecology. 2012. Vol. 63. P. 905-918.
15. Vamforth, S. S. Protozoa: Recyclers and Indicators of Agroecosystem Quality/ Benckiser, G. (ed.) Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production. CRC Press., 1997.
16. Вильный Р. П. Влияние минимизации обработки чернозема типичного на его биологическое состояние // Почвоведение и агрохимия. 2015. № 1(54). С. 104-114.
17. Менкина, Е. А. Влияние удобрений, предшественников и способов обработки почвы на численность микроорганизмов в посевах озимой пшеницы // Новости науки в АПК. 2018. № 2-2(11). С. 129-130.
18. Карипов Р. Х., Муранец А. П. Разложение целлюлозы микроорганизмами при использовании различных технологий обработки почвы // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2016. № 2(89). С. 117-124.
19. Шейн Е. В., Гончаров В. М. Агрофизика. Ростов н/Д.: Феникс, 2006. 400с.
20. Бабенка А.С., Булатова У.А., Нужных С.А. Методы учета почвенных беспозвоночных. Томск: Из-во Томского ГУ, 2010. 56 с.

Сведения об авторах:

Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru
 Вафин Ильшат Хафизович – ассистент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru
 Абрамова Арина Алексеевна – аспирант кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: abramova92a@yandex.ru
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

FEATURES OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT SOIL TREATMENT SYSTEMS ON ITS AGROPHYSICAL PROPERTIES AND BIOLOGICAL ACTIVITY IN THE PRE-KAMAREGION OF TATARSTAN

R.I. Safin, I.Kh Vafin, A.A. Abramova

Abstract. Tillage is one of the main elements of modern farming systems. At the same time, it is intensive tillage, in many respects, that is one of the main reasons for the degradation and development of soil erosion processes. To prevent the development of these negative processes, the development of resource-saving tillage systems in field crop rotations, including No-Till technologies, is essential. The aim of the work was to study the influence of various tillage systems (dump, mulch, combined mid-depth and zero) in the Predkamsk zone of the Republic of Tatarstan under production conditions.

In the course of the research, the annual dynamics of a complex of agrophysical soil parameters (productive moisture content, bulk density, etc.) was studied under various tillage systems. In the conditions of an acute drought in 2021, the combined mid-depth system and the No-Till system provide better moisture retention than dump and mulching. At the same time, when using the system of zero tillage (No-Till), the indicators of soil density were within the optimal values and moisture accumulation was noted in the lower layer of the arable horizon. The use of soil-protective tillage systems (mulching, combined, no-till) in comparison with moldboard leads to an increase in the content of agronomically valuable soil aggregates.

To assess the effect of various tillage systems on the biological activity of the soil, the number of soil Protozoa was used as an object of research. As a result of the assessment, it was found that the use of resource-saving tillage systems contributes to a higher number of Protozoa than when using moldboard plowing.

Thus, the use of resource-saving tillage systems does not worsen the agrophysical properties of the soil and has a positive effect on its biological activity (number of Protozoa).

Key words: tillage systems, tillage, soil agro-physical indicators, soil biology, soil Protozoa.

References

1. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Yu. Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil. Moscow: Agrorus Publishing House, 2016. 288 p.
2. Toropova E. Yu., Sokolov M.S., Glinushkin A.P. Induction of soil suppression - the most important factor in limiting the harmfulness of root infections // Agrochemistry. 2016. No. 8. S. 44-55.
3. Kazeev K.Sh., Mokrikov G.V., Akimenko Yu.V., Myasnikova M.A., Kolesnikov S.I. Influence of No-till technology on the ecological state of the southern chernozems of the Rostov region // Achievements of science and technology of the APK. 2020. №1. S.3-7.
4. Improvement of the soil tillage system in the agrolandscapes of the middle Volga region / R.V. Minikaev, F.Sh. Shaikhutdinov, I.G. Manyukova, G.S. Mukhutdinova, D.A. Fatikhov, L.R. Klimov. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. 400 p.
5. Minikaev R. V., Serzhanov I. M., Fatykhov D. A. Optimization of the tillage system under conditions of agro-climatic risks in the northern part of the Volga forest-steppe // Scientific, educational and applied aspects of production and processing of agricultural products: Collection materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor A.I. Kuznetsov (1930-2015). Cheboksary: Chuvash State Agrarian University. 2020. S. 220-230.
6. Kandelya M. V., Kandelya N. M., Zemlyak V. L., Bumbar I. V. Overconsolidation of soils - one of the most important factors of its degradation // Far Eastern Agrarian Bulletin. 2019. No. 3 (51). pp.105-115.
7. Dridiger V.K., Stukalov R.S., Matveev A.G. Influence of soil type and its density on the yield of winter wheat cultivated using no-till technology in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory // Zemledelie. 2017. No. 2. pp. 19-22
8. Kislov A.V., Vasil'ev I.V., Vasil'eva A.S. Influence of tillage minimization on soil fertility and oat productivity in the

- steppe zone of the Southern Urals // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2012. V. 3. No. 35(1). pp. 59–62.
9. Kurachenko N.L., Kolesnikov A.S., Romanov V.N. Influence of tillage on the agrophysical state of chernozem and productivity of spring wheat // Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2018.48(1). pp.44-50.
10. Efremova, E.N. Agrophysical indicators of the soil depending on various tillage // News of the Nizhnevolzhskiyagrouniversity complex. 2013. No. 2(30). pp. 1–5.
11. Gold, T. The deep, hot biosphere // Proc. Natl. Acad. sci. USA. 1992 Vol. 89. R. 6045–6049.
12. Nielsen, M.N. & Winding, A. Microorganisms as Indicators of Soil Health/National Environmental Research Institute, Denmark. 2002 Technical Report No. 388
13. Sokolova T.A. The role of biota in creating a soil profile and soil functioning: new materials and interpretation of known facts and existing concepts // Bulletin of the Soil Institute named after V.V. Dokuchaev. 2020. Issue. 105. S. 208-225.
14. Crotty F.V., Adl S.M., Blackshaw R.P., Murray P.J. Protozoan pulses unveiled their pivotal position within the soil food web// Microbial Ecology. 2012. Vol. 63. R. 905-918.
15. Bamforth, S. S. Protozoa: Recyclers and Indicators of Agroecosystem Quality/ Benckiser, G. (ed.) Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutri-ent fluxes, and agricultural production. CRC Press., 1997.
16. R. P. Vilny, “Influence of minimizing the processing of typical chernozem on its biological state,” Eurasian Soil Science and Agrochemistry. 2015. No. 1(54). pp. 104-114.
17. Men'kina, E. A. Influence of fertilizers, precursors and methods of soil treatment on the number of microorganisms in winter wheat crops // News of Science in APK. 2018. No. 2-2(11). pp. 129-130.
18. Karipov R. Kh., Muranets A. P. Decomposition of cellulose by microorganisms when using various technologies for tillage // Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University. S. Seifullin. 2016. No. 2(89). pp. 117-124.
19. Shein E. V., Goncharov V. M. Agrophysics. Rostov n / a.: Phoenix, 2006. 400s.
20. Babenka A.S., Bulatova U.A., Nuzhnykh S.A. Methods for accounting of soil invertebrates. Toisk: From the Tomsk State University, 2010. 56 p.

Authors:

Safin Radik Ilyasovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: radiksaf2@mail.ru

Vafin Ilshat Khafizovich – Assistant of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru

Abramova Arina Alekseevna – postgraduate student of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: abramova92a@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ - *BACILLUS SUBTILIS* В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Р.И. Гараев, А.Р. Хамитова, П.Г. Семенов**

Реферат. В 2018-2019 гг. изучали влияние различных биопрепаратов на основе *Bacillus subtilis* против болезней основных зерновых культур ячменя и яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан. Цель исследования – определение воздействия различных биопрепаратов на патогены во время вегетации ячменя и яровой пшеницы и формирования урожая испытываемых культур. Почва серая лесная, среднесуглинистая. Содержание гумуса – 4,1 % (по Тюрину), легкогидролизуемого азота – 98-112 мг/1000 г, подвижного фосфора – 206-232, обменного калия – 89-93 мг/1000 г почвы (по Кирсанову), рН солевой вытяжки 5,5-5,8. Схема однофакторного полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов: обработка семян перед посевом и без обработки – контроль, химический фунгицид Доспех (стандарт КС 1,5 л/т); *Pseudomonas fluorescens* (Ризоплан 1 л/т обработка семян + Ризоалпн 1 л/га (опрыскивание растений); *Bacillus subtilis* RECB-95B (1,0 л/т обработка семян) + RECB-95B, 1,0 л/га (опрыскивание растений); *Bacillus subtilis* RECB-95B (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95B, 2,0 л/га (опрыскивание растений); *Trichoderma viride* RECB – 74B, 2,0 л/т + *Trichoderma viride* RECB – 74B, 2 л/га (опрыскивание растений). Высевали сорт ячменя Раушан, яровой пшеницы Ульяновская 100. Максимальную прибавку урожайности ячменя 1,15 т с га обеспечило применение препарата *Bacillus subtilis* RECB-95B при обработке семян 2,0 л на тонну и 2,0 л/га опрыскивание растений в фазу кущения. Наибольшую прибавку урожайности зерна яровой пшеницы 0,55 т/га в среднем за два года обеспечило применение препарата в дозе 2,0 л на тонну семян + 2,0 л/га опрыскивание растений - *Trichoderma viride* RECB – 74 B. Максимальное содержание в зерне ячменя и яровой пшеницы белка 13,7-16,7 % и натуры зерна 703-784 г/л была отмечена на варианте с обработкой семян перед посевом препаратом *Bacillus subtilis* RECB-95B (2,0 л/т + 2,0 л/га опрыскивание растений). На выщелоченных черноземах Западного Закамья (Чистопольский ГСУ) максимальные урожаи яровой пшеницы 4,53 и 4,5 т/га были сформированы при использовании *Bacillus subtilis* RECB-95B (1,0 л/т (обработка семян) + RECB-95B 1 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения) и *Trichoderma viride* RECB – 74 B (2,0 л/т (обработка семян + RECB – 74 B, 2,0 л/га (опрыскивание растений). На черноземных почвах Восточного Закамья (Заинский ГСУ) достоверная прибавка 0,5 т/га урожая яровой пшеницы была получена при использовании биологического препарата *Bacillus subtilis* RECB-95B (1,0 л/т обработка семян) + RECB-95B (1 л/га опрыскивание растений в фазу кущения), а использование препарата *Trichoderma viride* RECB – 74 B (2,0 л/т, обработка семян + RECB – 74 B 2 л/га опрыскивание растений) обеспечила прибавку 0,37 т зерна с га по сравнению с контролем.

Ключевые слова: яровой ячмень; яровая пшеница; обработка семян, опрыскивание растений, штамм; биопрепарат; *Bacillus subtilis*; RECB-95B; *Trichoderma viride*, RECB – 74 B; бурая пятнистость; корневая гниль; урожайность; качества зерна.

Введение. Яровой ячмень – основная зернофуражная культура Республики Татарстан. К числу важнейших агроэкологических особенностей ярового ячменя относится его более высокий потенциал генотипической адаптации, чем у яровой пшеницы [1]. Урожайность и посевные качества семян ярового ячменя и пшеницы определяется множеством факторов, среди которых правильная высокая агротехника, метеорологические условия, использование различных групп биологических препаратов и адаптированный сорт в основном выступают в ведущей роли. В современных зональных системах земледелия качеству семян придается первостепенное значение, ибо без полной обеспеченности хозяйств кондиционными семенами лучших сортов снижается эффективность всех других звеньев агротехнического комплекса [2, 3]. Формирование урожая ярового ячменя и пшеницы определяется под воздействием сложного комплекса условий, каждое из которых оказывает влияние на его количество и качество [4, 5, 6]. Одним из важных аспектов влияния среды, окружающей материнское растение, является изменение жизнеспособности семян в результа-

те заражения их грибами, бактериями, вирусами, вызывающими различные заболевания прорастающих семян, всходов и взрослых растений [7, 8]. Ресурсосбережение в сфере растениеводства предполагает широкое использование достижений современной биотехнологии, в том числе и применение различных групп биологических препаратов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур [9, 10].

Условия, материалы и методы. Микрополевые опыты закладывались на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2018 г. Почва опытного участка серая лесная. Содержание гумуса – 4,1 %, рН солевой вытяжки 5,5, азота легкогидролизуемого – 98-112 мг/кг, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 206-232, обменного калия (по Кирсанову) – 89-93 мг/кг почвы. Площадь делянки – 1,0 м². Эксперименты закладывались в шести повторностях. Предшественник – озимая рожь. Вспашку зяби проводили в августе с предварительным лущением стерни. Удобрения были внесены под предпосевную культивацию из расчета на 3 т зерна с гектара. Боронование зяби проводили 30 апреля, предпосевная культивация соответственно 6 мая.

АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Урожайность зерна (т/га) ярового ячменя и пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазу кущения (микрополевой опыт), 2018 г.

Вариант	Урожайность, т/га		Прибавка к контролю, т/га	
	ячменя	яр.пшеницы	ячменя	яр.пшеницы
Контроль	2,08	2,53	-	-
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	2,24	3,20	+0,16	+0,67
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	2,58	2,67	+0,50	+0,14
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В 1 л/га	2,65	3,30	+0,57	+0,77
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В 2 л/га	3,23	3,47	+1,15	+0,94
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В 2 л /га	3,06	3,37	+0,98	+0,84
НСР ₀₅	0,070	0,086		

Посев проводили сеялкой СН-16 и трактором МТЗ -82. Норма посева составила для ячменя 5 а яровой пшеницы 6 млн. всхожих семян на 1 га.

Объектом исследования выступала яровой ячмень и пшеница сорта «Раушан» и «Ульяновская 100».

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

1. Без обработки (контроль);
2. Хим.фунгицид (обработка семян Ризоплант стандарт);
3. *Pseudomonas fluorescens* Ризоплант (обработка семян 1 л/т) + Ризоплант, 1 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения);
4. *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95 В, 1,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения);
5. *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95 В, 2,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения);
6. *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-74 В, 2,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения).

Рабочий раствор для опрыскивания растений состоял из 100 л воды + препарата на 1 га.

Характеристика штамма *Bacillus*. Штамм *Bacillus amyloliquefaciens* RECB-95В, пригодный для получения биопрепарата повышающий устойчивость к стрессам, увеличивающий урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Новый штамм выделен из стеблей томатов и депонирован в Национальном Биоресурсном Центре Всероссийская, коллекция промышленных микроорганизмов (БРЦ ВКПМ) НИЦ «Курчатовский институт» - ГосНИИгенетика под регистрационным номером ВКПМ В-13417.

Основными критериями отбора служили повышение засухоустойчивости растений, стимулирование ростовых процессов, подавление роста фитопатогенных грибов, положительное влияние на продуктивность растений и качество продукции, отсутствие патогенности к теплокровным животным и совместимость с другими микроорганизмами. Видовая принадлежность определялась с использованием молекулярно-генетических методов по

Таблица 2 - Показатели качества зерна ячменя и яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазу кущения (микрополевой опыт), 2018 г.

Вариант	Натура зерна, г/л		Содержание белка, %	
	ячменя	яр. пшеницы	ячменя	яр. пшеницы
Контроль	672	763	12,5	10,8
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	679	783	12,9	10,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	684	774	13,2	13,0
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	677	778	13,3	14,9
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	703	784	13,7	16,7
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	671	778	12,6	13,5
НСР ₀₅				

Таблица 3 - Урожайность зерна (т/га) яровой пшеницы на серых лесных почвах Предкамья (Лаишевский район) в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений (полевой опыт), 2019 г.

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Контроль	4,82	-0,03
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	4,79	+0,25
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	5,07	+0,18
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	5,00	-0,16
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	4,66	+0,26
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	5,08	
НСР ₀₅	0,21	

последовательности нуклеотидов в 16S рРНК, а также амплификацией видо-специфичного фрагмента, характерного для бактерий вида *Bacillus amyloliquefaciens* в НИЦ «Курчатовский институт» - ГосНИИГенетика.

Штамм характеризуется следующими морфолого-культуральными и физиолого-биохимическими признаками.

Клетки штамма представляют собой грамположительные аэробные спорообразующие прямые палочки с закругленными концами размером 1,5-2,5×0,5-0,7 мкм; располагаются, как правило, парами или одиночно, цепочки встречаются реже. При спорообразовании клетки не раздуваются, споры эллипсоидные, расположены центрально.

На мясо-пептонном агаре (МПА) через 2 суток образует округлые колонии с фестончатым краем и кратерообразным центром, 6-7 мм в диаметре; с преимущественно складчатобороздчатой поверхностью (у «кратера» поверхность гладкая), матовые, непрозрачные, цвет - в основном молочно-белый, в бороздах - серовато-бежевый. Колонии имеют выпуклое основание, рельефные складки и значительно приподнятый центральный кратер; обладают вязкой, тягучей консистенцией, при этом

имеют наружный мягкий кожистый слой, в агар не врастают.

На картофельно-глюкозном агаре (КГА) через 2 суток образует круглые колонии с фестончатым краем и центром в виде узкого конуса, 5-10 мм в диаметре, складчатые, матовые, непрозрачные, молочно-белого цвета. Колонии имеют плоское основание, рельефные складки и приподнимающийся центр; обладают вязкой, тягучей консистенцией, при этом имеют наружный мягкий кожистый слой, в агар не врастают.

Bacillus amyloliquefaciens RECB-95В является аэробной, хемоорганогетеротрофной бактерией, не нуждающейся в факторах роста. Растет в диапазоне температур от 10 до 47°C с оптимальным диапазоном 28-32°C, при значениях pH среды от 4,5 до 8,5 с оптимумом 7,0-7,5, при концентрации хлорида натрия до 7%. Проявляет активность триптофандеаминазы и желатиназы. Активность β-галактозидазы (ортонитрофенил - βD - галактопиранозидазы), аргининдигидролазы, лизиндекарбоксилазы, орнитиндекарбоксилазы, уреазы не выявлена. Не продуцирует индол и сероводород и не восстанавливает нитраты. Реакция Фогес-Проскауэра (продукция ацетона) положительная.

Таблица 4 - Урожайность зерна (т/га) яровой пшеницы на черноземах Западного Закамья в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания (полевой опыт), 2019 г.

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Контроль	3,64	-
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	3,91	+0,27
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	4,01	+0,37
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	4,53	+0,89
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	4,03	+0,39
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	4,50	+0,86
НСР ₀₅	0,22	

Таблица 5 - Урожайность зерна (т/га) яровой пшеницы на черноземах Восточного Закамья в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания (полевой опыт), 2019 г.

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Контроль	2,92	-
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	3,25	+0,33
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	3,25	+0,33
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	3,42	+0,50
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	3,27	+0,35
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	3,29	+0,37
НСР ₀₅	0,25	

В качестве источника углерода и энергии утилизирует D-глюкозу, D-фруктозу, D-ксилозу, D-рибозу, L-арабинозу, D-маннозу, D-маннит, инозит, D-сорбит, метил-αD-маннопиранозид, метил-αD-глюкопиранозид, D-мальтозу, D-целлобиозу, D-лактозу, амигдалин, арбутин, эскулин, салицин, D-мелибиозу, D-сахарозу, D-трегалозу, D-раффинозу, крахмал, гликоген, гентибиозу, глицерин, цитрат.

Не утилизирует эритритол, D-арабинозу, D-адонитол, D-галактозу, L-ксилозу, L-сорбозу, L-рамнозу, метил-βD-ксилопиранозид, дульцитол, N-ацетилглюкозамин, инулин, D-мелелитозу, ксилит, D-туранозу, D-ликсозу, D-тагатазу, D-фукозу, D-арабит, L-арабит, глюконат калия, 2-кетоглюконат калия, 5-кетоглюконат калия.

Штамм хранится при 4-6°C в пробирках с полужидким агаром в минеральной среде (состав: калия фосфат двузамещенный 5.8 г/л, калия фосфат однозамещенный 3 г/л, аммоний серноокислый 1 г/л, глицерин 2 г/л с добавлением 0,7% агара, рН среды 7,0-7,2) под вазелиновым маслом, которое наливается в пробирки по истечению 2-х суток роста культуры. В таких условиях срок хранения штамма без пересева составляет не менее 1 года.

Штамм хорошо растет на МПА, КингБ, среде LB, сусло-агаре (состав: концентрат сусла пивного неохмеленного, разбавленный дистиллированной водой до общей концентрации сахаров 10% (10° Баллинга), рН 7,0-7,2 с добавлением 2,0% агара-агара), среде Громько, среде Гаузе №2 (состав: триптон - 2,5 г; пептон - 5,0 г; NaCl - 5,0 г; глюкоза - 10,0 г; агар-агар - 20 г; вода водопроводная - 1000 мл; рН - 7,0-7,4) и минеральной среде (состав: калия фосфат двузамещенный 5.8 г/л, калия фосфат однозамещенный 3 г/л, аммоний серноокислый 1 г/л, глицерин 10 г/л с добавлением 0,7% агара, рН среды 7,0-7,2). Ферментация осуществляется на смеси равных объемов мясо-пептонного бульона и 6°Б неохмеленного пивного сусла (рН 6,9-7,2) при 30°C до 95% спорообразования. Количество КОЕ составляет не менее 5×10⁹ в 1 мл.

Исследование патогенности заявляемого штамма для теплокровных животных были проведены в ГБОУ ВПО Казанском Федеральном университете, в результате которых было получено заключение о том, что по показателям вирулентности, диссеминации, токсично-

сти и токсигенности штамм *Bacillus mojavensis* PS17 не патогенен для теплокровных животных и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к промышленным микроорганизмам.

В 2019 году исследования были продолжены с яровой пшеницей на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» в Лаишевском районе и в двух госсортоучастках Республики Татарстан (Чистопольский и Заинский).

Погодные условия в годы проведения исследований резко различались по температурному режиму и количеством выпавших осадков во время вегетации. Весна 2018 г. была засушливой – 6 мая выпало 21,8 мм осадков, или 55,9 % от нормы, в июне 34,4 мм, или 60,7 %, в июле 52 мм (норма). Температура воздуха в мае, июне превышала среднемноголетнюю соответственно на 2,3 и 3,4 °С.

В вегетационный период 2019 года отмечены благоприятные климатические условия. Температура воздуха за вегетационный период оказалась на 1,2 °С выше нормы и составила 16,8 °С. Сумма осадков за май-июнь составила 74 мм, а в июле 59 мм, что превышала среднемноголетнюю норму. ГТК составил – 1,29.

Анализ и обсуждение результатов. В таблице 1 представлена урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазу кушения (микрополевой опыт) в 2018 году. В данном опыте использовали различные биологические агенты, но самую максимальную прибавку к контролю дал агент *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95В (2,0 л/га). Обработка семян и использование опрыскивания растений в опытах 2018 году способствовали формированию более высоких урожаев как ячменя, так и яровой пшеницы (табл. 1). Наибольшую прибавку урожайности зерна яровой пшеницы 0,94 т/га и ячменя 1,15 т/га получено при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2 л/га). Использование *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2 л/га) обеспечил также значительную прибавку 0,84 т/га и 0,98 т/га урожайности зерна. Большое значение повышения содержания белка в зерне общепризнано. Белковость является количественным признаком с полигенным наследованием и высокой чувствительностью к условиям внешней

среды. Для получения зерна высокого качества большое значение имеют элементы питания и препараты, способствующие лучшему использованию их. Максимальное содержание белка в зерне ярового ячменя и пшеницы 13,7 - 16,7% и натуре 703 - 784 г/л было на варианте с обработкой препаратом *Bacillus subtilis* RECB – 95 В + (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2 л/га) (табл.2).

В 2019 году на полевых опытах в условиях Лаишевского района (Предкамье) на серых лесных почвах достоверную прибавку урожая яровой пшеницы обеспечили использование *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В 2 л /га и *Pseudomonas fluorescens* Ризоплан 0,26 и 0,25 т/га соответственно (табл. 3).

На полевых опытах проведенных в этом же году по одной и той же схеме, но в условиях Западного Закамья (Чистопольский ГСУ) на выщелоченных черноземах максимальная урожайность яровой пшеницы 4,53 и 4,50 т/га были сформированы при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т) + RECB – 95 В (2 л /га) и *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74В (2 л /га) (табл. 4).

Результаты исследований в условиях Восточного Закамья (Зайинский ГСУ) приведены в таблице 5. Достоверная прибавка урожайности яровой пшеницы была получена при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т + RECB – 95 В 1,0 л/га) и (2,0 л/т) + (2,0 л/га) – 0,50 и 0,35 т/га. Использование *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га) обеспечила прибавку урожайности зерна яровой пшеницы в 0,37 т/га по сравнению с контролем.

Выводы.

1. В условиях Предкамья РТ на серых лесных почвах в 2018 году наибольшую урожайность ячменя и яровой пшеницы получили при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га) и *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га), а в 2019 году достоверную прибавку дала только *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га).

2. В условиях Закамья РТ на выщелоченных черноземах наибольшую урожайность яровой пшеницы получили при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га) и *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га).

3. С целью увеличения содержания белка в зерне ячменя и для стабилизации высоких урожаев основной зернофуражной культуры в Республике Татарстан для обработки семян перед посевом и опрыскивание растений во время вегетации целесообразно использовать биологический препарат *Bacillus subtilis* RECB – 95 В.

Литература

- Каримова Л.З. Экологическая пластичность сортов ярового ячменя в условиях Республики Татарстан /Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, Р.И. Сафин // Вестник Казанского ГАУ № 2 (36) 2015. С.161-163.
- Амиров М.Ф. Оценка влияния биологических препаратов и минеральных удобрений на продуктивность яровой твердой пшеницы / М.Ф. Амиров, А.М. Амиров //Вестник Казанского ГАУ. – 2015. - №1 (35) - С.98-102.
- Амиров М.Ф. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы при использовании биологических препаратов и минеральных удобрений/ М.Ф. Амиров //Вестник Казанского ГАУ. – 2017. - №2 (44) - С.5-8.
- Гараев Р.И. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев / Вестник Казанского ГАУ - 2019. - № 2 (53). С.52-57.
- Амиров М.Ф. Адаптивные технологии возделывания полевых культур / М.Ф. Амиров, В.П. Владимиров, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Казань: Изд-во «Бриг», 2018.-124 с.
- Ганиев А.М. Влияние предпосевной обработки семян на формирование урожайности зерна и качество семян яровой пшеницы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / А.М. Ганиев, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2(50). – С.12-17.
- Шайхутдинов Ф.Ш. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 357-361.
- Карпова Л.В. Модификационное воздействие агротехнических приемов на качество семян зерновых культур и прогнозирование их потенциальных возможностей в условиях Среднего Поволжья / Л.В. Карпова // Известия Оренбургского ГАУ.–2009.– Т.1.–С.13-15. - № 3(37).–С.108-111.
- Shaikhutdinov F. Productivity and grain quality of various types of spring wheat depending on seeding rates and nutrition background on gray forest soil of the Pre-Kama Region of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, M. Amirov, I. Serzhanov [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00076.
- Хусаинова, Г.Х. Эффективность комплексной биологизации защиты растений от болезней яровой пшеницы / Г.Х. Хусаинова, Р.И. Сафин // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения казанского ГАУ и 80-летию члена-корреспондента АН РТ доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ильшата Ахатовича Гайсина, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 294-299.

Сведения об авторах:

Шайхутдинов Фарит Шарипович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Сержанов Игорь Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 (igor.serzhanov@mail.ru) Гараев Разиль Ильсурович – кандидат сельскохозяйственных наук,
 ассистент
 Хамитова Адиля Раушановна – аспирант
 Семенов Павел Геннадьевич – аспирант
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

**PRODUCTIVITY OF SPRING EAR CROPS AT
 APPLICATION OF BACILLUS SUBTILIS-BASED BIOPRODUCTS IN THE CONDITIONS
 OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, R.I. Garaev, A.R. Khamitova, P.G. Semenov

Abstract. In 2018-2019 studied the effect of various biological preparations based on *Bacillus subtilis* against diseases of the main grain crops of barley and spring wheat in the conditions of the Republic of Tatarstan. The purpose of the study is to determine the impact of various biological preparations on pathogens during the growing season of barley and spring wheat and the formation of the yield of the tested crops. The soil is gray forest, medium loamy. The content of humus is 4.1% (according to Tyurin), readily hydrolysable nitrogen is 98-112 mg / 1000 g, mobile phosphorus is 206-232, exchangeable potassium is 89-93 mg / 1000 g of soil (according to Kirsanov), the pH of the salt extract is 5.5-5.8. The scheme of a single-factor field experiment included the study of the following options: seed treatment before sowing and without treatment - control, chemical fungicide Dospekh (standard KS 1.5 l/t); *Pseudomonas fluorescens* (Rizoplan 1 l/t seed treatment + Risoalpn 1 l/ha (plant spraying); *Bacillus subtilis* RECB-95B (1.0 l/t seed treatment) + RECB-95B, 1.0 l/ha (spraying plants); *Bacillus subtilis* RECB-95B (2.0 l/t) (seed treatment) + RECB-95B, 2.0 l/ha (plant spraying); *Trichoderma viride* RECB - 74B, 2.0 l/t + *Trichoderma viride* RECB - 74B, 2.0 l/ha (plant spraying). Raushan barley variety, Ulyanovsk 100 spring wheat were sown. The maximum increase in barley yield of 1.15 tons per hectare was ensured by the use of the *Bacillus subtilis* RECB-95B preparation during seed treatment of 2.0 l per ton and 2.0 l/ha by spraying plants in the tillering phase. The largest increase in spring wheat grain yield of 0.55 t/ha on average over two years was ensured by the use of the drug at a dose of 2.0 l per ton of seeds + 2.0 l/ha by spraying plants - *Trichoderma viride* RECB - 74 B. The maximum content in barley grain and spring wheat, protein 13.7-16.7% and grain size 703-784 g/l was noted in the variant with seed treatment before sowing with *Bacillus subtilis* RECB-95B (2.0 l/t + 2.0 l/ha spraying plants). On the leached chernozems of the Western Kama region (Chistopolsky GSU), the maximum spring wheat yields of 4.53 and 4.5 t/ha were formed using *Bacillus subtilis* RECB-95B (1.0 l/t (seed treatment) + RECB-95B 1 l/ha (spraying plants in the tillering phase) and *Trichoderma viride* RECB - 74 B (2.0 l / t (seed treatment + RECB - 74 B, 2.0 l / ha (spraying plants)). On the chernozem soils of the Eastern Trans-Kama region (Zainsky GSU) a significant increase of 0.5 t/ha of spring wheat yield was obtained using the biological preparation *Bacillus subtilis* RECB-95B (1.0 l/t seed treatment) + RECB-95B (1 l/ha spraying of plants in the tillering phase), and the use of *Trichoderma viride* RECB - 74 B (2.0 l/t, seed treatment + RECB - 74 B 2 l/ha plant spraying) provided an increase of 0.37 tons of grain per ha compared to the control.

Key words: spring barley; spring wheat; seed treatment, plant spraying, strain; biological product; *Bacillus subtilis*; RECB-95B; *Trichoderma viride*, RECB - 74 B; brown spotting; root rot; productivity; grain quality.

References

1. Karimova L.Z. Ecological plasticity of spring barley varieties under the conditions of the Republic of Tatarstan /L.Z. Karimova, L.S. Nizhegorodtseva, R.I. Safin // Bulletin of the Kazan State Agrarian University No. 2 (36) 2015. P. 161-163.
2. Amirov M.F. Evaluation of the influence of biological preparations and mineral fertilizers on the productivity of spring durum wheat / M.F. Amirov, A.M. Amirov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2015. - No. 1 (35) - P. 98-102.
3. Amirov M.F. Yield formation of spring soft wheat using biological preparations and mineral fertilizers / M.F. Amirov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2017. - No. 2 (44) - P.5-8.
4. Garaev R.I. Productive properties and quality of spring wheat seeds depending on the background of nutrition in the conditions of the Republic of Tatarstan / I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov, A.R. Serzhanova, R.I. Garaev / Bulletin of the Kazan State Agrarian University - 2019. - No. 2 (53), pp.52-57.
5. Amirov M.F. Adaptive technologies for cultivation of field crops / M.F. Amirov, V.P. Vladimirov, I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov // Kazan: Brig Publishing House, 2018.-124 p.
6. Ganiev A.M. Influence of pre-sowing treatment of seeds on the formation of grain yield and quality of spring wheat seeds in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan / A.M. Ganiev, I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov // Grain economy of Russia. - 2017. - No. 2 (50) - P.12-17.
7. Shaikhutdinov F.Sh. Productivity of spring soft wheat variety Ulyanovskaja 105 depending on the level of nutrition and seeding rate in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan / F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, A.R. Serzhanova, R.I. Garaev // Modern achievements of agrarian science: Scientific works of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the memory of the honored worker of science and technology of the Russian Federation, professor, academician of the Academy of Agricultural Education, laureate of the State Prize of the Russian Federation in the field of science and technology, honored inventor of the USSR Gainanov Khazip Sabirovich, Kazan, February 26, 2021. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. - P. 357-361.

8. Karpova L.V. Modification impact of agricultural practices on the quality of seeds of grain crops and forecasting their potential in the conditions of the Middle Volga region / L.V. Karpova // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2009. – Т.1. – С.13-15. - No. 3(37). – С.108-111.

9. Shaikhutdinov F. Productivity and grain quality of various types of spring wheat depending on seeding rates and nutrition background on gray forest soil of the Pre-Kama Region of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, M. Amirov, I. Serzhanov [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00076.

10. Khusainova, G.Kh. The effectiveness of complex biologization of plant protection against diseases of spring wheat / G.Kh. Khusainova, R.I. Safin // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of the Kazan State Agrarian University and the 80th anniversary of the Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Ilshat Akhatovich Gaisin, Kazan, March 17, 2021. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. - P. 294-299.

Authors:

Shaikhutdinov Farit Sharipovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Serzhanov Igor Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
(igor.serzhanov@mail.ru) Garaev Razil Ilisurovich – candidate of agricultural sciences, assistant
Khamitova Adilya Raushanovna – post-graduate student
Semenov Pavel Gennadievich – post-graduate student
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ЦИТОДЕФ-100 И ГИБЕРЕЛОН, ВРП
НА ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В
ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
С.Р. Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин**

Реферат. Исследования проводили с целью определения биологической эффективности регуляторов роста Цитодеф-100 и Гиберелон, ВРП в посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан. Полевые опыты проводили в 2020–2021 г. Почва экспериментального участка типичная серая лесная, содержание гумуса (по Тюрину) – 3,0 %, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 160 мг/кг и 145 мг/кг почвы соответственно. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной (рН 6,6). В опыте выращивали гибрид подсолнечника Авенжер. Схема эксперимента предусматривала следующие варианты: без обработки регуляторами роста растений (контроль); обработка препаратом Цитодеф-100, в норме 200 г/га; препаратом Гиберелон, в норме 75 г/га; сочетанием Цитодеф-100, (150 г/га) + Гиберелон 50 г/га). Повторность – 4-х кратная, площадь опытных делянок – 50 м². Опрыскивание посевов осуществляли в фазе 4...8 листьев растений культуры совместно с обработкой гербицидом (Евролайтинг, 1,2 кг/га). Растения в вариантах с применением исследуемых препаратов были выше, чем в контроле, на 4...15 см. Использование сочетания двух препаратов (Гиберелон и Цитодеф) увеличивало биомассу, по сравнению с контролем, в период бутонизации на 3,2 т/га; в фазе цветения – на 3,8; полной спелости – на 2,1 т/га. Изучаемые регуляторы роста способствовали повышению биологической урожайности подсолнечника. Лучшим вариантом по биологической урожайности в опытах было совместное применение Цитодефа-100 (150 г/га) и Гиберелона (50 г/га) в фазе 4...8 листьев подсолнечника. Прибавка к контролю составила 0,21 т/га, к варианту с обработкой Цитодефом (200 г/га) – 0,08 т/га, с обработкой Гиберелоном (75 г/га) – на 0,12 т/га.

Ключевые слова: подсолнечник, высота растений, биомасса, фазы развития растений, площадь листьев, масличное сырье, урожайность, качество продукции.

Введение. На сегодняшний день в Татарстане трудно найти хозяйство, где бы высевали неперотравленные семена с добавлением тех или иных стимуляторов роста, биопрепаратов или микроудобрений, среди которых к применению на территории Российской Федерации разрешены такие, как Альбит, Органик, Мизорин, Экстрасол, Роспочва, Актелик, Силк, Эмистим, Акварин, Гумисол, Супергумат, Батыр, более 5-ти видов Изагри, 11 сочетаний ЖУСС и др. [1, 2, 3]. Однако перечисленные препараты не повышают стрессоустойчивость растений против таких отрицательных факторов внешней среды как засуха, суховеи [4, 5, 6]. В связи с этим, весьма актуально изучение действия антистрессовых и фитогармональных препаратов.

Цель исследований – установить биологическую эффективность регуляторов роста Цитодеф-100 и Гиберелон, ВРП в посевах подсолнечника в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

изучить влияние антистрессовых и фитогормонных препаратов на высоту растений;

определить темпы накопления биомассы подсолнечника Авенжер в зависимости от применения антистрессовых и фитогармонных препаратов;

установить влияние Цитодеф-100 и Гиберелона на формирование листовой площади подсолнечника, а также валовые сборы товарного масличного сырья.

Условия, материалы и методы. Полевые опыты проводили в 2020–2021 г. на базе Агробиотехнопарка (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан), лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ.

Почва экспериментального участка типичная серая лесная, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину – 3,0 %, подвижного фосфора и калия по Кирсанову – 160 мг/кг и 145 мг/кг почвы соответственно. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной (рН 6,6).

Агрометеорологические условия 2020 г. были характерными для Республики Татарстан. В начале мая погода отличалась высокой температурой, во второй половине – большим количеством осадков и средней теплообеспеченностью. В июне, особенно в третьей декаде, выпало незначительное количество осадков (всего 4 % от нормы).

В отличие от среднепогодных показателей, июль был прохладным с особенно низкой теплообеспеченностью в 1 и 2 декадах. В начале августа (1 и 2 декады) низкая термообеспеченность сочеталась с постоянными осадками ливневого характера (165 и 248 % от нормы).

Агрометеорологические условия 2021 г. существенно отличались от среднепогодных высокой среднесуточной температурой мая (18,7°C), июня – (23,4°C), июля (22,6°C) и августа (22,4°C) при норме соответственно 13,3; 18,1; 20,2 и 17,6°C. Еще больше усугублял ситуацию дефицит влаги (53,3 %). Не-



Рис. Общий вид полевых опытов с подсолнечником

смотря на это, подсолнечник как засухоустойчивая культура выдержал крайне неблагоприятные факторы внешней среды и обеспечил формирование от 1,82 до 2,13 т/га товарного масличного сырья.

Технология возделывания подсолнечника была общепринятой: предшественник озимая рожь на зерно, после ее уборки проводили лущение стерни; весной – закрытие влаги, внесение NPK на планируемую урожайность 2т/га; посев осуществляли 16 мая пневматической сеялкой Весна 8 (Фаворит) с глубиной заделки семян 6 см и шириной междурядий 70 см, густота посева 55 тыс. шт./га всхожих семян (см. рисунок). Опыт проводили по методике ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (2010).

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

без обработки регуляторами роста растений (контроль);

обработка препаратом Цитодеф-100 в норме 200 г/га;

обработка препаратом Гибберелон в норме 75 г/га;

совместная обработка препаратами Цитодеф-100 в норме 150 г/га и Гибберелон в норме 50 г/га.

Опрыскивание посевов осуществляли в фазе 4...8 листьев листьев растений культуры совместно с обработкой гербицидом (Евролайтинг, 1,2 кг/га).

По утверждению разработчиков, опрыскивание вегетирующих растений препаратом

Цитодеф-100 (действующее вещество 100 г/кг N-(1,2,4-триазол-4-ил)-N'-фенилмочевины) способствует снижению стрессовых воздействий, улучшению ростовых и формообразовательных процессов, общей прибавке урожая и повышению качества получаемой продукции.

Гибберелон – это водорастворимый порошок с концентрацией действующего вещества (гиббереллиновые кислоты (натриевые соли) 40 г/кг. Фитогормоны, относящиеся к классу гиббереллинов, имеют широкий спектр биологической активности: стимулируют деление и растяжение клеток растений, что приводит к быстрому росту стеблей и увеличению числа продуктивных органов; регулируют процессы цветения и плодоношения.

Результаты и обсуждение. Фитогормонные и антистрессовые препараты ООО «Агросинтез» (Цитодеф-100 и Гибберелон) оказали прямое воздействие на рост и развитие растений подсолнечника. Опрыскивание в фазе 4...8 настоящих листьев антистрессовым препаратом Цитодеф-100 из расчета 150 г/га в сочетании с фитогормоном Гибберелон (50 г/га) совместно с химической прополкой сорняков Евролайтингом (1,2 кг/га) значительно усилило рост растений в высоту (табл.1). В этом варианте средняя высота подсолнечника перед уборкой урожая была больше, чем в контроле, на 15 см, или 9,5 %. При сравнении эффективности изучаемых препаратов между собой установлено, что Цитодеф-100 оказывает более сильное воздействие. Высота растений в этом варианте была больше, чем в кон-

Таблица 1 – Влияние антистрессовых и фитогормонных препаратов на высоту растений (2020–2021 гг.)

Вариант	Высота растений перед уборкой, см	Прибавка	
		см	%
Контроль (без обработки PPP)	148	-	-
Цитодеф-100 (200 г/га)	159	11	7,0
Гибберелон (75 г/га)	152	4	2,5
Цитодеф-100 (150 г/га) + Гибберелон (50 г/га)	163	15	9,5
НСР05	3,73		

Таблица 2. Темпы накопления биомассы подсолнечника Авенжерв зависимости от применения антистрессовых и фитогармонных препаратов(2020–2021 гг.), т/га

Вариант	Бутонизация	Цветение	Полная спелость
Контроль (без обработки PPP)	15,1	18,4	12,6
Цитодеф-100 (200 г/га)	17,0	19,9	13,1
Гиберелон (75 г/га)	16,3	19,0	13,6
Цитодеф-100 (150 г/га) + Гиберелон (50 г/га)	18,3	22,2	14,7
НСР05	0,13	0,17	0,15

троле, на 11 см, а при использовании Гиберелона только на 4 см. Такая ситуация, видимо, объясняется тем, что гербицидная обработка посевов сельскохозяйственных культур приостанавливает рост и развитие растений минимум на 8...10 дней. По этой причине повсеместное применение антистрессовых препаратов имеет большое практическое значение, особенно в условиях дефицита термических ресурсов для теплолюбивых сельскохозяйственных культур, что характерно для подсолнечника в Республике Татарстан.

В то же время следует подчеркнуть и отрицательные стороны усиленного роста подсолнечника. Во-первых, это нарушает баланс между высотой растений и массой корзинки. Высокие тонкие стебли не выдерживают массу корзинки и не только полегают, но и переламываются, значительно увеличивая потери продукции при уборке урожая. Во-вторых, угол наклона корзинок увеличивается до 180°. В результате на тыльной ее стороне накапливается дождевая вода и роса, что служит основной причиной массового поражения подсолнечника корзиночными гнилями, особенно при выпадении обильных осенних осадков [9, 10].

Накопление биомассы подсолнечника достоверно различалось между вариантами. Так, при использовании сочетания двух препаратов и гербицида оно было выше, чем в контроле, во все фазы развития культуры. В период бутонизации прибавка к варианту без обработки регуляторами роста составляла 3,2 т/га; цветения – 3,8; в фазе полной спелости – 2,1 т/га (табл. 2). В этом случае можно с большей уверенностью утверждать, что Цитодеф-100 не только снижает стрессовое воздействие применяемых агрохимикатов, но и значительно сглаживает отрицательное влияние неблагоприятных погодных условий.

Для развития растений очень важен ассимиляционный аппарат содержащий хлорофилл, с участием которого происходит фотосинтез и образуется конечный продукт в виде зерна, овощей, картофеля и семян подсолнечника. Изучение динамики ассимиляционной поверхности подсолнечника по фазам раз-

вития показало, что между накоплением биомассы и площадью листьев подсолнечника существует тесная прямая зависимость. Во всех вариантах опыта формирование ассимиляционной поверхности носило скачкообразный характер – максимальных размеров она достигает в фазе цветения и резко уменьшается к уборке урожая. Антистрессовый препарат Цитодеф-100 оказывал наибольшее влияние на размеры ассимиляционной поверхности подсолнечника. В этом варианте в фазе цветения она составляла 51 тыс.м²/га (табл. 3) против 42 тыс.м²/га в контроле и 46 тыс.м²/га на делянках, обработанных фитогармонным препаратом Гиберелон (75 г/га). При этом максимальную в опыте площадь листьев подсолнечника отмечали при совместном использовании Цитодефа-100 и Гиберелона. В фазе бутонизации она превышала величину этого показателя в контроле на 25 %, цветения – на 36 %, уборочной спелости – на 26 %.

Согласно ГОСТ 22391-89 заготовительные пункты принимают подсолнечное масличное сырье и оплачивает его стоимость исходя из влажности 7 %, содержание сорной примеси 1 %, масличной примеси – 3 %. В наших исследованиях наличие сорной и масличной примеси в произведенной продукции соответствовало базисным показателям (табл. 4). Различия между вариантами опыта заключались во влажности, диапазон которой варьировал от 10,3 % в контроле до 7,0 % при опрыскивании посевов сочетанием Цитодеф-100 (150 г/га) + Гиберелон (50 г/га).

Наибольшее увеличение валового сбора товарной продукции отмечено в варианте Цитодеф-100 (150 г/га) + Гиберелон (50 г/га). Он был выше, чем в контроле, на 0,27 т/га, или 15,2 %. В других вариантах разница по величине этого показателя была незначительной (НСР05 – 0,2 т/га).

Применение регуляторов роста способствовало увеличению общего диаметра корзинок с 10,9 см в контроле до 13,3 см при совместном использовании двух изучаемых препаратов. Одновременно происходило уменьшение диаметра пустой части корзинок соот-

Таблица 3 – Влияние Цитодеф-100 и Гиберелона на формировании площади листьев подсолнечника, тыс. м²/га

Вариант	Бутонизация	Цветение	Уборка
Контроль (без обработки PPP)	36	42	19
Цитодеф-100 (200 г/га)	40	51	22
Гиберелон (75 г/га)	38	46	20
Цитодеф-100 (150 г/га) + Гиберелон (50 г/га)	45	57	24
НСР05	1,8	2,4	0,7

Таблица 4 – Влияние Цитодеф-100 и фитогормонного препарата Гиберелон на валовое сбор товарного масличного сырья с базисными показателями

Вариант	Фактическая влажность, %	Валовой сбор товарной продукции, т/га	Прибавка	
			т/га	%
Контроль (без обработки PPP)	10,3	1,78	-	-
Цитодеф-100 (200 г/га)	8,1	1,95	0,17	9,6
Гиберелон (75 г/га)	8,8	1,90	0,12	6,7
Цитодеф-100 (150 г/га) + Гиберелон (50 г/га)	7,0	2,05	0,27	15,2
НСР05		0,20		

Таблица 5 – Изменение элементов структуры урожая подсолнечника под действием регуляторов роста

Вариант	Диаметр корзинки, см		Масса семян, г/корзинка	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
	общий	пустой части			
Контроль (без обработки PPP)	10,9	2,2	41,1	37,9	1,84
Цитодеф-100 (200 г/га)	12,6	1,8	43,6	42,8	1,97
Гиберелон (75 г/га)	11,2	2,0	42,8	41,6	1,93
Цитодеф-100 (150 г/га) + Гиберелон (50 г/га)	13,3	1,7	44,7	43,7	2,05
НСР05	0,9	0,3	1,6	2,5	0,075

ветственно с 2,2 см до 1,7 см. Между параметрами корзинок и массой семян с одной корзинки, а также массой 1000 семян существует корреляционная зависимость. В крупных корзинах образуются крупные семена с массой 1000 шт. до 43,7 г, что выше контроля на 15,3 %. В результате продуктивность одной корзинки в целом возрастает с 41,1 до 44,7 г.

Установлена тенденция к повышению эффективности применения антистрессового препарата Цитодеф-100, по сравнению со вторым регулятором роста. Разница биологической урожайности между этими вариантами составила 0,04 т/га при превосходстве над контролем на уровне 0,09...0,13 т/га. Однако самые высокие результаты обеспечило совместная обработка изучаемыми препаратами.

В этом варианте биологическая урожайность масличного сырья была выше, чем в контроле, на 11,4 % (прибавка 0,2 т/га).

Выводы. По результатам полевых опытов было установлено, что наибольшее влияние на высоту растений, темпы накопления биомассы, площадь листьев, структуру урожая, биологическую урожайность и валовой сбор товарной продукции оказало совместное применение Цитодефа-100 (150 г/га) и Гиберелона (50 г/га). В этом варианте высота растений была выше, чем в контроле, на 15 см (9,5 %); накопление биомассы и площадь листьев в фазе бутонизации – соответственно на 3,2 т/га (21 %) и 9 тыс. м²/га (25%); валовой сбор товарной продукции – на 0,27 т/га (15,2%).

Литература.

1. Сулейманов С. Р., Низамов Р. М. Хозяйственный вынос, коэффициенты использования элементов питания подсолнечником в зависимости от применения биопрепаратов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 151-155. doi: 10.12737/12558.
2. Актуальность разработки экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. М. Сабирзянов, С. В. Сочнева, Н. А. Логинов и др. // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 26-29.
3. Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин и др. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. 128 с.
4. Effect of various biological control agents (BCAs) on drought resistance and spring barley productivity / R. Safin, L. Karimova, L. Nizhegorodtseva, et al. // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). Kazan: EDP Sciences, 2020. P. 00063. DOI 10.1051/bioconf/20201700063. URL: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2020/01/bioconf_fies2020_00063/bioconf_fies2020_00063.html (дата обращения: 09.05.2022).
5. Прогнозирование влияния физических факторов на жизнеспособность микроорганизмов биопрепаратов для защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Р. И. Сафин и др. // Техника и оборудование для села. 2020. № 4(274). С. 29-33. doi: 10.33267/2072-9642-2020-4-29-32.
6. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4(60). С. 5-9. doi: 10.12737/2073-0462-2021-5-9.
7. Влияние основных агротехнических приемов на развитие болезней и сорняков в посевах подсолнечника / В. М. Лукомец, С. А. Семеренко, В. Т. Пивень и др. // Защита и карантин растений. 2020. № 10. С. 30-33. doi: 10.47528/1026-8634_2020_10_30.
8. Протравливание семян биологически активными композициями как основной элемент защиты подсолнечника от болезней и почвообитающих вредителей / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, С. А. Семеренко и др. // Защита и карантин растений. 2020. № 2. С. 18-23. doi: 10.47528/1026-8634_2020_2_18.
9. Кузыченко Ю. А., Гаджимаров Р. Г., Джандарова А. Н. Модернизация элементов технологии strip-till под подсолнечник в зоне Центрального Предкавказья // Вестник Казанского государственного аграрного

университета. – 2021. Т. 16. № 1(61). С. 34-38. doi: 10.12737/2073-0462-2021-34-38.

10. Приоритеты развития агропромышленного комплекса и задачи аграрной науки и образования / А. Р. Валиев, Р. М. Низамов, Р. И. Сафин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 97-107. doi: 10.12737/2073-0462-2022-97-107.

11. Влияние некорневого внесения органоминерального удобрения Агрис марка Азоткалий на продуктивность и качество ярового ячменя / Л. З. Вахитова, Л. З. Каримова, Л. С. Нижегородцева и др. // Плодородие. 2020. № 3(114). С. 15-17. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.04.

Сведения об авторах:

Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: dusai@mail.ru

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: faik1948@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

RESEARCH OF BIOLOGICAL EFFICIENCY GROWTH REGULATORS CYTODEF-100 AND GIBERELON, GRP ON SUNFLOWER CROPS IN SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC TATARSTAN S.R. Suleymanov, F.N. Safiollin

Report. The research was carried out to determine the biological effectiveness of growth regulators Cytodef-100 and Gibberelon, GRP in sunflower crops in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan. Field experiments were conducted in 2020-2021. The soil of the experimental site is typical gray forest, the humus content (according to Tyurin) is 3.0%, mobile phosphorus and potassium (according to Kirsanov) are 160 mg/kg and 145 mg/kg of soil, respectively. The reaction of the soil solution is close to neutral (pH 6.6). In the experiment, a hybrid of sunflower Avenger was grown. The experimental scheme provided for the following options: without treatment with plant growth regulators (control); treatment with Cytodef-100, normally 200 g/ha; with Gibberelon, normally 75 g/ha; with a combination of Cytodef-100, (150 g/ha) + Gibberelon 50 g/ha). The repeatability is 4-fold, the area of the experimental plots is 50 m². Spraying of crops was carried out in phase 4...8 leaves of culture plants together with herbicide treatment (Eurolighting, 1.2 kg/ha). The plants in the variants with the use of the studied drugs were higher than in the control by 4...15 cm. The use of a combination of two drugs (Gibberelon and Cytodef) increased the biomass, compared with the control, during budding by 3.2 t/ha; in the flowering phase – by 3.8; full ripeness – by 2.1 t/ha. The studied growth regulators contributed to an increase in the biological yield of sunflower. The best option for biological yield in the experiments was the option of joint use of Cytodef-100 (150 g/ha) + Gibberelon (50 g/ha) in the 8-4 phase of sunflower leaves. Thus, this variant exceeded the control by 0.21 t/ha, the variant with Cytodef treatment (200 g/ha) by 0.08 t/ha and the variant with Gibberelon treatment (75 g/ha) by 0.12 t/ha. The results of mathematical processing of the results obtained confirm the reliability of the differences between the variants of the experiment (Table 5).

References

1. Suleymanov, S. R. Economic takeaway, coefficients of the use of sunflower nutrition elements depending on the use of bio-preparations / S. R. Suleymanov, R. M. Nizamov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2015. - Т. 10. - № 2(36). - Pp. 151-155 - DOI 10.12737/12558.

2. Sabirzyanov A.M. The relevance of the development of environmentally safe technologies for the cultivation of agricultural crops / A.M. Sabirzyanov, S. V. Sochneva, N. A. Loginov, N. V. Trofimov // Grain the economy of Russia. - 2017. - № 2(50). - Pp. 26-29.

3. Karimova L.Z. Biological protection of plants from stress / L. Z. Karimova, V. A. Kolesar, R. I. Safin, G. K. Khuzina. - Kazan : Kazan State Agrarian University, 2020. - 128 p. - ISBN 978-5-905201-96-7.

4. R. Safin Effect of various biological control agents (BCAs) on through re-sistance and spring barley productivity / R. Safin, L. Karimova, L. Nizhego-rodtseva [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, November 13-14, 2019. - Kazan: EDP Sciences, 2020. - P. 00063. - DOI 10.1051/bioconf/20201700063. URL: https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/full_html/2020/01/bioconf_fies2020_00063/bioconf_fies2020_00063.html (date of application: 09.05.2022).

5. Sabirov R.F. Forecasting the influence of physical factors on the viability of microorganisms of biological products for plant protection / R. F. Sabirov, A. R. Valiev, R. I. Safin, L. Z. Karimova // Machinery and equipment for the village. - 2020. - № 4(274). - Pp. 29-33 - DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-29-32.

6. Agieva G.N. Techniques for increasing the effectiveness of the use of biological drugs in crop production / G. N. Agieva, L. S. Nizhegorodtseva, R. J. K. Diabankana [et al.] // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2020. - Т. 15. - № 4(60). - Pp. 5-9 - DOI 10.12737/2073-0462-2021-5-9.

7. Lukomets V.M. Influence of basic agrotechnical techniques on the development of diseases and weeds in sunflower crops / V. M. Lukomets, S. A. Semerenko, V. T. Piven, N. A. Bushneva // Plant protection and quarantine. - 2020. - No. 10. - pp. 30-33 - DOI 10.47528/1026-8634_2020_10_30.

8. Lukomets V.M. Seed treatment with biologically active compounds as the main element of sunflower protection from diseases and soil-dwelling pests / V. M. Lukomets, V. T. Piven, S. A. Semerenko, N. A. Bushneva // Protection and quarantine of plants. - 2020. - No. 2. - pp. 18-23. - DOI 10.47528/1026-8634_2020_2_18.

9. Modernization of elements of the Strip-Till technology for sunflower in the zone of the Central Caucasus / Yu. A. Kuzychenko, R. G. Gadjiumarov, A. N. Dzhandarov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2021. - Т. 16. - № 1(61). - Pp. 34-38. - DOI 10.12737/2073-0462-2021-34-38. - EDN DBCPEB.

10. Priorities of the development of the agro-industrial complex and the tasks of agrarian science and education / A. R. Valiev, R. M. Nizamov, R. I. Safin [et al.] // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2022. - Т. 17. - № 1(65). - Pp. 97-107. - DOI 10.12737/2073-0462-2022-97-107. - EDN BFQMKB.

11. The effect of non-root application of organomineral fertilizer Agris mark Azotkali on the productivity and quality of spring barley / L. Z. Vakhitova, L. Z. Karimova, L. S. Nizhegorodtseva, R. I. Safin // Fertility. - 2020. - № 3(114). - Pp. 15-17. - DOI 10.25680/S19948603.2020.114.04. - EDN ZINNFL.

Authors:

SuleymanovSalavatRazyapovich – Ph.D. of Agricultural sciences, associate professor of Land management and cadastres Department, e-mail: dusai@mail.ru

SafiollinFaikNabievich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Land Management and Cadastre, -mail: faik1948@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ХОЛМОГОРСКИХ И ЧЕРНО-ПЕСТРЫХ КОРОВ С РАЗЛИЧНЫМ ГЕНОТИПОМ ПРОЛАКТИНА
Р.Р. Шайдуллин, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, А.Б. Москвичева, Г.Х. Халилова

Реферат. Изучена изменчивость признаков молочной продуктивности коров по 1-й и 3-й лактации черно-пестрой (151 и 168 голов соответственно) и татарстанского типа холмогорской породы (160 и 143 голов) с разным генотипом по гену пролактина (PRL). При сравнении пород по изменчивости молочной продуктивности наиболее высокая вариабельность отмечена для первотелок холмогорского скота. По генотипам наибольшие коэффициенты изменчивости отмечены у носителей аллелей AA и AB. При этом для гомозиготного черно-пестрого скота были характерны достоверно более высокие коэффициенты изменчивости, чем у животных с генотипом PRL BB, по удою – на 3,95 % ($p<0,01$), по выходу молочного белка – на 3,46 %, ($p<0,05$). По всем признакам молочной продуктивности у холмогорских коров наибольшая вариабельность была характерна для животных, несущих в генотипе аллель A гена пролактина, с достоверным преимуществом над первотелками с генотипом PRL BB по массовой доле жира в молоке на 3,21 % ($p<0,001$), по количеству молочного жира – на 8,6 % ($p<0,01$) и молочного белка – на 8,23 % ($p<0,01$), а по 3-й лактации над животными с генотипом PRL AB по удою – на 3,87 % ($p<0,05$), массовой доле жира в молоке – на 1,98 % ($p<0,01$), молочному жиру – на 2,69 % ($p<0,05$), молочному белку – на 4,47 % ($p<0,05$). Следовательно, в стадах с преобладанием особей, имеющих в генотипе аллель A гена пролактина, возможна наиболее эффективная селекция по уровню молочной продуктивности.

Ключевые слова: коэффициент изменчивости, вариация, корова, молочная продуктивность, генотип, пролактин, PRL.

Введение. Для эффективной селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве необходимо определить по каждому признаку продуктивности его основные селекционно-генетические параметры: наследуемость, повторяемость, корреляция. К тому же важно знать изменчивость признаков, по которым ведется селекция. Названные популяционные характеристики влияют на эффективность проводимой племенной работы в популяции молочного скота на различных этапах [1, 2].

Хозяйственно-полезные признаки характеризуются различной степенью изменчивости, чем они более вариабельны, тем быстрее можно добиться улучшения. Поэтому изучение изменчивости признаков молочной продуктивности дает материал для эффективного отбора животных в стаде. Одновременно величина этого показателя демонстрирует степень консолидации стада и определяет возможности и методы отбора по селекционируемым признакам в популяции [3]. Расчет коэффициентов вариации продуктивных признаков коров позволяет определить направление селекции по наиболее вариабельному признаку [4].

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что признаки молочной продуктивности отличаются по своей вариабельности не только в пределах породы, но и в стадах [5, 6, 7]. В одинаковых условиях содержания и кормления животных коэффициент изменчивости продуктивных качеств зависит в большей степени от генотипа животных [8, 9, 10].

При изучении изменчивости признаков молочной продуктивности коров с разными генотипами по каппу-казеину было установлено, что наибольший коэффициент изменчивости характерен для животных, имеющих в своём геноме аллельный вариант A гена каппа

-казеина и гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы [11, 12, 13].

Цель исследований – рассчитать коэффициент изменчивости показателей молочной продуктивности у животных черно-пестрой и холмогорской пород, имеющих разные генотипы по гену пролактина.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили на первотелках и полновозрастных коровах черно-пестрой и холмогорской породы в племенном репродукторе ООО «Дусым» Атинского района и «Племзавод «Бирюлинский» Высокогорского района Республики Татарстан. На основании результатов ПШР-ПДРФ анализа ДНК экспериментальных животных распределили по гену пролактина (PRL) на три группы AA, AB, BB.

Биометрическую обработку данных проводили по общепринятой методике (*Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е.К. Меркурьева. М.: Колос, 1970. 424 с.*) с применением ПК и использованием программного приложения Microsoft Excel из программного пакета Microsoft Office 2007. Коэффициент изменчивости и его ошибку рассчитывали общепринятыми при исследовании в области биологии статистическими методами.

Результаты и обсуждение. Наибольшая изменчивость показателей молочной продуктивности отмечена в группе черно-пестрых первотелок с генотипом PRL AB, при превосходстве над остальными группами по признаку удой на 0,54...2,80 %, количество молочного жира – на 0,99...3,86 %, массовая доля белка в молоке – на 0,10...0,91 %, количество молочного белка – на 0,79...4,38 % (табл. 1).

У полновозрастных коров коэффициент изменчивости в группе с генотипом PRL AA был достоверно выше, чем у животных с PRL BB, по удою на 3,95 % ($p<0,01$), по выходу мо-

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Таблица 1 – Изменчивость признаков молочной продуктивности у коров черно-пестрой породы с различными генотипами пролактина (Cv±mcv), %

Показатель	1 лактация			3 лактация		
	генотип PRL					
	AA	AB	BB	AA	AB	BB
Поголовье	117	30	4	128	34	6
Удой	8,57±0,56	9,11±1,18	6,31±2,23	8,64±0,54	8,53±1,04	4,69±1,35
МДЖ	2,88±0,19	2,17±0,28	3,84±1,36	3,15±0,20	2,22±0,27	3,72±1,07
Молочный жир	9,18±0,60	10,17±1,31	6,31±2,23	7,77±0,49	8,02±0,97	7,37±2,13
МДБ	2,55±0,17	2,65±0,34	1,74±0,62	2,58±0,16	2,75±0,33	1,79±0,52
Молочный белок	8,94±0,58	9,73±1,26	5,35±1,89	8,67±0,54	7,63±0,92	5,21±1,50

Таблица 2 – Изменчивость признаков молочной продуктивности у коров холмогорской породы с различными генотипами пролактина (Cv±mcv), %

Показатель	1 лактация			3 лактация		
	генотип PRL					
	AA	AB	BB	AA	AB	BB
Поголовье	112	43	5	103	35	5
Удой	13,95±0,93	10,16±1,09	9,59±3,03	7,64±0,53	8,71±1,04	4,84±1,53
МДЖ	5,12±0,34	4,40±0,48	1,91±0,60	3,42±0,24	3,38±0,40	1,40±0,44
Молочный жир	16,28±1,09	11,44±1,23	7,68±2,43	7,01±0,49	8,64±1,03	5,95±1,88
МДБ	2,69±0,18	2,19±0,24	3,48±1,10	2,31±0,16	2,36±0,28	1,53±0,48
Молочный белок	16,34±1,09	11,18±1,95	8,11±2,57	7,67±0,53	8,97±1,07	4,50±1,42

лочного белка – на 3,46 % (p<0,05). По остальным показателям более высокие величины были характерны для коров с генотипом PRL AB.

Наибольшая вариабельность массовой доли жира в молоке отмечена у животных всех возрастов с генотипом PRL BB (3,84 и 3,72 %).

У первотелок холмогорской породы наибольшим коэффициентом вариации признаков молочной продуктивности характеризовалась группа PRL AA (табл. 2). Достоверное превосходство над животными с генотипом PRL BB отмечено по таким показателям, как массовая доля жира в молоке (на 3,21 %, p<0,001), количество молочного жира (на 8,6 %, p<0,01) и молочного белка (на 8,23 %, p<0,01).

По полновозрастным коровам наименьшая вариабельность отмечена у коров с генотипом PRL BB. Коэффициенты вариации в этой группе достоверно ниже, чем у гетерозиготных животных по удою на 3,87 % (p<0,05), по массовой доле жира в молоке – на 1,98 % (p<0,01), по молочному жиру – на 2,69 % (p<0,05), по молочному белку – на 4,47 % (p<0,05). Между гомозиготными группами животных разница по коэффициентам вариации также статистически достоверна. По жирномолочности она составляет 2,02 %

(p<0,001), по выходу молочного белка – 3,17 % (p<0,05).

Выводы. По всем признакам молочной продуктивности коров наибольшие коэффициенты изменчивости характерны для животных с генотипом PRL AA и AB, следовательно, в стадах, где преобладает скот, несущий в своем генотипе аллель А гена пролактина, селекция по надою, выходу молочного жира и белка будет наиболее эффективной.

Среди сравниваемых пород наибольшие показатели степени изменчивости молочной продуктивности характерны для первотелок холмогорской породы, следовательно, с этой породой селекционная работа будет успешнее.

В целом, полученные данные как по первотелкам, так и по полновозрастным коровам подтверждают вывод о малой вариабельности массовой доли жира и белка в молоке у животных, несущих в геноме аллель В гена пролактина. Следовательно, селекционный эффект по этим признакам у животных с таким генотипом возможен только за длительный промежуток времени.

Литература

1. Датукишвили Е.Р. Изменчивость признаков и ее значение в селекции животных // Зоотехния. 2008. № 11. С. 6–8.
2. Кузнецов В.М. Генетическая изменчивость и взаимосвязь признаков молочной продуктивности животных холмогорской и черно-пестрой пород // Доклады РАСХН. 2002. № 2. С. 42–45.
3. Есагамбетов К.К. Изменчивость и наследуемость хозяйственно-биологических признаков коров черно-пестрой и голштинской пород в условиях Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2015. № 11 (141). С. 27–29.
4. Популяционные параметры продуктивных признаков крупного рогатого скота черно-пестрой породы Вологодской области / Н.И. Абрамова, Г.С. Власова, О.Л. Хромова и др. // АгроЗооТехника. 2018. № 1(1). doi: 10.15838/alt/2018.1.1.2.
5. Абылкасымов Д., Сударев Н.П. Селекционно-популяционная оценка продуктивного использования стада // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 56–58.
6. Бакай А.В., Мухтаров А.М., Мкртчян Г.В. Изменчивость молочной продуктивности у коров разных генотипов // Зоотехния. № 12. 2013. С. 6–8.

7. Анализ технических решений в оптимизации условий содержания молочного скота при строительстве и реконструкции животноводческих ферм / Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Шайдуллин, А.Р. Валиев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. № 2(49). 2018. С. 138–143.

9. Species identification of ruminant milk by genotyping of the κ -casein gene / R.R. Vafin, A.G. Galstyan, S.V. Tyulkin, et al. // Journal of Dairy Science. 2022. Т. 105. № 2. С. 1004–1013.

10. Gilmanov K.K., Vafin R.R., Tyulkin S.V. Influence of complex genotypes of gh and prl genes on milk productivity and milk quality of cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad". 2021. С. 012036.

11. Влияние генетических факторов на продуктивность коров и качество молока / И.Ю. Михайлова, Е.Г. Лазарева, А.В. Бигаева и др. // Пищевая промышленность. 2021. № 1. С. 36–40.

12. Загидуллин Л.Р., Шайдуллин Р.Р., Фаизов Т.Х. Изменчивость показателей молочной продуктивности коров с различными генотипами DGAT // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Наука, технологии, кадры – основы достижений прорывных результатов в АПК». Казань: ТИПКА, 2021. Вып. XV. Ч. 2. С. 255–261.

13. Шайдуллин Р.Р. Изменчивость признаков молочной продуктивности коров с различными генотипами CSN3 и DGAT1 // Материалы Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных», посвященной 100-летию со дня рождения академика А.П. Калашникова. Дубровицы, 2018. С. 350–352.

Сведения об авторах:

Шайдуллин Радик Рафаилович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: tppi-kgau@bk.ru

Москвичева Анастасия Борисовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: moskvana2@yandex.ru
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

Загидуллин Ленар Рафикович – кандидат биологических наук, заведующий кафедрой, e-mail: mehksavm@mail.ru

Ахметов Тахир Мунавирович – доктор биологических наук, заведующий кафедрой, e-mail: ahmetov-tahir@mail.ru

Халилова Гузель Хафизовна – аспирант, e-mail: guzel.halilova@elitaplem.ru

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, Казань, Россия

VARIABILITY OF THE MILK PRODUCTIVITY OF KHOLMOGORY AND BLACK MOTTLE COWS WITH DIFFERENT PROLACTIN GENOTYPE
R.R. Shaidullin, L.R. Zagidullin, T.M. Akhmetov, A.B. Moskvicheva, G.H. Khalilova

Abstract: The variability of the characteristics of milk productivity of cows for the 1st and 3rd lactation in black-and-white (151 and 168 heads and the Tatarstan type of the Kholmogory breed (160 and 143 heads) with different genotypes of the prolactin gene was studied. When comparing breeds in terms of variability of milk productivity, high variability is typical for first-calf heifers of Kholmogory cattle. The highest indicators of the coefficient of variability of milk productivity traits were found in cows with the PRL AA and PRL AB genotypes, while in homozygous black-and-white cattle, reliability was detected in terms of milk yield by 3.95% ($P < 0.01$) and milk protein yield by 3, 46% ($P < 0.05$). According to all signs of milk productivity in Kholmogory cows, the advantage of variability is inherent in animals carrying the allele A of the prolactin gene in their genotype, with a significant advantage over first-calf heifers with the PRL AA genotype in terms of the mass fraction of fat in milk by 3.21% ($P < 0.001$), according to the amount of milk fat - by 8.6% ($P < 0.01$) and milk protein - by 8.23% ($P < 0.01$), and for the 3rd lactation of animals over animals with the PRL AB genotype in terms of milk yield by 3 87% ($P < 0.05$), mass fraction of fat in milk - by 1.98% ($P < 0.01$), milk fat - by 2.69% ($P < 0.05$), milk protein - by 4.47% ($P < 0.05$). Consequently, in herds dominated by individuals that have allele A of the prolactin gene in their genotype, the most effective selection for the level of milk production will take place.

Keywords: The coefficient of variation, cows, milk yield, genotype, prolactin, PRL.

References

- Datukishvili E.R. Variability of traits and its significance in animal breeding // Zootechnics. 2008. No. 11. S. 6–8.
- Kuznetsov V.M. Genetic variability and the relationship of signs of milk productivity in animals of the Kholmogory and Black-and-White breeds // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2002. No. 2. S. 42–45.
- Esmagambetov K.K. Variability and heritability of economic and biological traits of Black-and-White and Holstein cows in the conditions of the Trans-Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2015. No. 11 (141). pp. 27–29
- Population parameters of productive traits of black-and-white cattle of the Vologda region / N.I. Abramova, G.S. Vlasova, O.L. Khromova and others // AgroZooTechnika. 2018. No. 1(1). DOI: 10.15838/alt/2018.1.1.2
- Abylkasymov D., Sudarev N.P. Breeding and population assessment of the productive use of the herd // Achievements of Science and Technology of the APK. 2011. No. 8. S. 56–58.
- Bakai A.V., Mukhtarov A.M., Mkrtychyan G.V. Variability of milk productivity in cows of different genotypes // Zootechnics. No. 12. 2013. S. 6–8
- Analysis of technical solutions in optimizing the conditions for keeping dairy cattle during the construction and reconstruction of livestock farms / B.G. Ziganshin, R.R. Shaidullin, A.R. Valiev and others // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. No. 2(49). 2018. S. 138–143.
- Species identification of ruminant milk by genotyping of the κ -casein gene / Vafin R.R., Galstyan A.G., Tyulkin S.V., Gilmanov, et al. // Journal of Dairy Science. 2022. V. 105. No. 2. S. 1004–1013.
- Gilmanov K.K., Vafin R.R., Tyulkin S.V. Influence of complex genotypes of gh and prl genes on milk productivity and milk quality of cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad". 2021. S. 012036.
- Influence of robotic factors on productivity of cows and milk quality Mikhailova I.Yu., Lazareva E.G., Bigaeva A.V. etc. // Food industry. 2021. No. 1. P. 36–40
- Zagidullin L.R., Shaidullin R.R., Faizov T.Kh. Variability of indicators of milk productivity of cows with different DGAT genotypes // Collection of materials of the International scientific and practical conference "Science, technology, personnel - the basis for achieving breakthrough results in the agro-industrial complex." Kazan: TIPKA, 2021. Issue XV. Part 2. S. 255–261
- Shaidullin R.R. Variability of dairy productivity traits of cows with different CSN3 and DGAT1 genotypes // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Aspects of Farm Animal Feeding", dedicated to the 100th anniversary of Academician A.P. Kalashnikov. Dubrovitsy. 2018. S. 350–352

Authors:

Shaidullin Radik Rafailovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: tppi-kgau@bk.ru,
Moskvicheva Anastasia Borisovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: moskvana2@yandex.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Zagidullin Lenar Rafikovich - Candidate of Biological Sciences, Head of the Department, e-mail: mehksavm@mail.ru

Akhmetov Takhir Munavirovich - Doctor of Biological Sciences, Head of the Department, e-mail: ahmetov-tahir@mail.ru

Khalilova Guzel Hafizovna - Graduate student, e-mail: guzel.halilova@elitaplem.ru,

Kazan State Academy of Veterinary Medicine, Kazan, Russia

Требования к оформлению статьи в журнале «АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ»

Предоставляемые к публикации статьи, должны содержать результаты научных исследований в области сельскохозяйственной биотехнологии, агрономии, зоотехнии, ветеринарии и цифрового земледелия. Статьи проходят отбор на критерий актуальности и новизны рассматриваемых научных проблем.

Предполагается проверка предоставленного авторами материала в системе «Антиплагиат». Рекомендуемый объем статьи, включая приложения, должен составлять не менее 10 и не более 14 страниц. Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, размер – 14 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля (обычные) сверху и снизу – 2 см, слева – 2,5 см справа – 1,5 см, абзац (отступ) – 0,5 см (не задавать пробелами), формат – книжный.

Если статья была или будет отправлена в другое издание, то она не может быть принята к рассмотрению в журнале

Оформление статьи

1. Слева в верхнем углу без абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского Института Научной и Технической Информации – ВИНиТИ).

2. Ниже, по-центру строки название статьи (название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

3. Затем жирными строчными буквами – фамилия и инициалы автора(ов). Пропускается одна строка. **Количество авторов не более 5.** Список авторов содержит только действительных авторов и в него не внесены те, кто не имеет отношения к данной работе, а также то, что все соавторы ознакомились и одобрили окончательную версию статьи и дали согласие на ее публикацию.

4. После этого через пробел – реферат статьи (**рекомендуемый объем – 200–250 слов**) отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований. Запрещается разбивка реферата на абзацы, использование вводных слов и оборотов. Реферат может публиковаться самостоятельно и, следовательно, должна быть понятной без обращения к тексту статьи. По реферату публикации читатель должен иметь возможность определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации.

5. С нового абзаца – ключевые слова (**не более 9 слов**).

Слева строчными буквами печатается «Ключевые слова:» (без кавычек) и через запятую приводятся ключевые слова или словосочетания. Пропускается одна строка.

6. При написании научной статьи необходимо придерживаться следующей структуры изложения: **«Введение», «Цель исследований» «Условия, материалы и методы», «Результаты и обсуждение», «Выводы».**

7. В случае если ваша статья подготовлена при поддержке и есть необходимость прописать данный источник, добавляем после выводом раздел, **«Благодарности».** **К примеру – Сведения об источнике финансирования:** Работа выполнена по государственному заданию НИОКТР № 0477–2019–0005 при финансовой поддержке Минобрнауки РФ.

В разделе «Введение» предлагается постановка проблемы, должна быть сформулирована и обоснована цель работы и, если необходимо, рассмотрена ее связь с важными научными и практическими направлениями, дается теоретическое обоснование исследования. Должны присутствовать ссылки на публикации последних лет, в данной области включая зарубежных авторов.

Далее необходимо четко сформулировать **цель исследований** (для чего проводятся исследования результаты, которых приводятся в статье?) без использования таких расплывчатых формулировок как «изучить», «определить» и др., которая будет раскрыта в последующем тексте.

В следующем разделе раскрываются особенности данного исследования, приводятся условия, материалы и методы исследований. Место исследования уточняется до области (края). Следует отразить время, место, методику и условия проведения опытов.

Главный раздел статьи посвящается представлению, анализу и обсуждению результатов. Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

В завершении представляются выводы и рекомендации.

Подзаголовки и заголовки набираются жирным шрифтом с заглавной буквы. Нумерация ссылок на библиографический список в тексте располагается в порядке упоминания источников. Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например: [1].

8. После основного текста статьи пропускается одна строка и по центру печатается заглавие **«Литература»** (без кавычек). Через одну строку помещается пронумерованный перечень источни-

ков в порядке ссылок по тексту.

Список литературы (не менее **10** источников и не более **30**) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008 и требованиями журнала, тщательно проверяется авторами и приводится в конце статьи. Нумерация ссылок в списке приводится в соответствии с порядком их упоминания в тексте. В одном пункте перечня следует указывать только один источник информации. Злоупотребление самоцитированием не допускается. Доля ссылок на собственные публикации авторов должна составлять не более 30 % списка литературы. Цитирование работ какого-либо одного автора, не входящего в состав авторского коллектива рукописи, также не должно превышать 30 %. Рекомендуется ссылаться не более чем на 2 публикации каждого из авторов. Доля ссылок на источники старше 10 лет не должна превышать 30 % списка литературы. Доля ссылок на публикации в журналах из ядра РИНЦ за последние 8 лет должна составлять не менее 30 % списка литературы. Ссылки на материалы конференций старше 3 лет не должны превышать 20 % списка литературы. Ссылки на учебники, учебные пособия, авторефераты диссертаций не принимаются. Число источников в «сериальных» ссылках должно быть не более трех.

Все источники должны иметь ссылку в тексте статьи.

Необходимо правильно оформить ссылку на источник. Следует указать фамилии авторов, журнал, год издания, том (выпуск), номер, страницы, DOI или адрес доступа в сети Интернет. Интересующийся читатель должен иметь возможность найти указанный литературный источник в максимально сжатые сроки.

Примеры оформления ссылок в конце документа.

9. «Сведения об авторах» Ф.И.О. (полностью), ученая степень, должность, e-mail, с новой строки, полное наименование организации. **Звездочкой отмечается фамилия автора, с которым необходимо вести переписку.**

Пропускается одна строка.

10. На английском языке печатается по центру печатается название статьи.

Так же на английском языке слева печатается реферат, затем ключевые слова.

11. «Authors:» – информация на английском языке.

Иллюстрации к статье (при наличии) в формате JPEG, PNG, TIF должны быть четко выполненными, хорошего качества, наглядно иллюстрирующими текст. В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Нумерация рисунков производится в порядке ссылок по тексту. Нумерационный заголовок набирается выравниванием по центру. Тематический заголовок в той же строке, сразу после нумерационного (например: Рис. 1 – Ссылка на рисунок в основном тексте оформляется в скобках: (рис. 1), если в тексте только один рисунок, то не нумеруется.

Таблицы представляются в редакторе WORD. Нумерация таблиц производится в порядке ссылок по тексту. В тексте статьи обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные таблицы. Нумерационный заголовок набирается с выравниванием по центру (например: Таблица 1. ...). Ссылка на таблицу в основном тексте оформляется в скобках, например: (табл. 1), если в тексте только одна таблица, то не нумеруется.

Простые **формулы**, не содержащие специальных символов (отсутствующих на клавиатуре), должны быть набраны символами с клавиатуры без использования специальных редакторов. Формулы, содержащие специальные символы (отсутствующие на клавиатуре), а также сложные и многострочные формулы должны быть целиком набраны в редакторе формул Microsoft Equation 2.0, 3.0 или Math Typeequation. Не допускается набор части формулы символами, а части – в редакторе формул. Не рекомендуется вставлять в текст формулы в виде рисунков. Ссылка на формулы в основном тексте оформляется в скобках, например: (1). В тексте обязательно должны быть указаны ссылки на все представленные формулы. Если в тексте статьи формулы нумеруются, то эту нумерацию следует выполнить ручным набором чисел. Автоматическая нумерация не допускается.

Авторы предоставляют в редакцию (одновременно):

– электронная версия статьи (по электронной почте: agrobiotech@kazgau.com) **Шаблон ниже.** Файл со статьей следует называть по фамилии первого автора (Иванов И.И. – Определенные силы);

– сведения об авторах (в электронном виде) **Шаблон ниже:** Ф.И.О. (полностью), ученая степень, учёное звание, должность, полное наименование организации, телефон и адрес для связи, e-mail; эти же сведения на английском языке. **Звездочкой отмечается фамилия автора, с которым необходимо вести переписку;**

– сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала, с подписями всех авторов.

Шаблон ниже

– аспиранты предоставляют справку подтверждающую место учебы.

Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию, предостав-

ленная автором рукопись статьи рецензируется, согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать статьи, не отвечающие настоящим требованиям, а также право на воспроизведение материалов (опубликование, тиражирование) без ограничения тиража. Рукописи статей подвергаются редакционной обработке. Редакция оставляет за собой право вносить изменения, имеющие редакционный характер и не затрагивающие содержания статьи. Все статьи проходят институт рецензирования (экспертной оценки), по результатам которого редакционная коллегия принимает окончательное решение о целесообразности опубликования. За содержание статей юридическую и иную ответственность несут авторы. Статьи, направленные в редакцию без выполнения основных требований к публикуемым статьям, не рассматриваются. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

Публикация статей в журнале бесплатно.

Статьи необходимо отправлять на электронный адрес: **agrobiotech@kazgau.com**

Научный журнал

**Агробиотехнологии
и цифровое земледелие**
№ 1, 2022 г.

Редактор – Гайфуллин И.Х.
Технический редактор – Файзрахманов
И.И. **Коррекция переводов** – Галлямова Н.Р.
Корректор – Барсукова Р.С.

Формат 60x84/8. Тираж 500. Дата выхода в свет: 09.06.2022 г.
Печать офсетная. Усл. п. л.5,75. Заказ 107. Цена свободная.
Издательство Казанского ГАУ / 420015 г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.
Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД № 06342 от
28.11.2001. Отпечатано в типографии Казанского ГАУ.
420015 г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65.
Казанский государственный аграрный университет